

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ТА ЕКОЛОГІЇ**

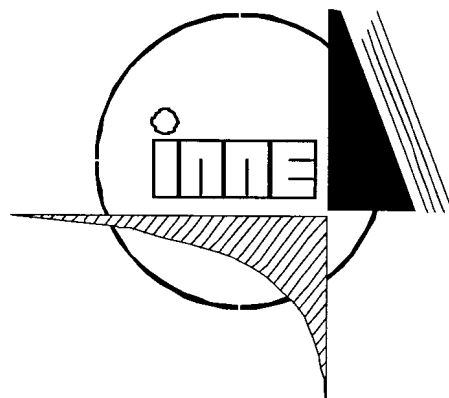
**ЕКОЛОГІЯ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВИПУСК 11, 2008

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЇ



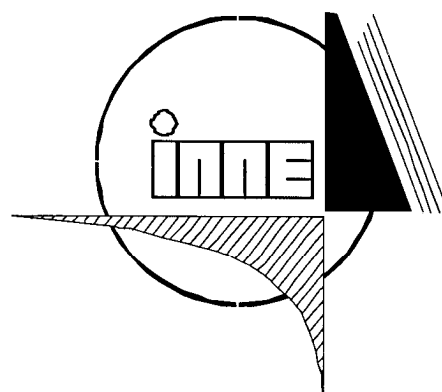
**ЕКОЛОГІЯ
І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 11

ДНІПРОПЕТРОВСЬК
2008

*NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE
INSTITUTE OF PROBLEMS ON NATURE
MANAGEMENT & ECOLOGY*



***ECOLOGY
AND
NATURE MANAGEMENT***

COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

Issue 11

**DNIEPROPETROVSK
2008**

УДК 504

Екологія і природокористування: Збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. Випуск 11. – Дніпропетровськ, 2008. – 220 с.

У збірнику представлено результати теоретичних та прикладних досліджень з актуальних проблем сталого розвитку техногенно навантажених регіонів. Розглянуті питання, присвячені загальним проблемам довкілля та сталого розвитку, раціональному використанню природно-ресурсного потенціалу території, екологоорієнтованим та ресурсозберігаючим технологіям, поводженню з відходами, моніторингу довкілля та техногенній безпеці. До збірника включені також деякі доповіді Четвертої міжнародної молодіжної наукової конференції «Довкілля–XXI», яка була проведена Інститутом проблем природокористування та екології НАН України у жовтні 2008 р.

Для наукових, інженерно-технічних працівників, фахівців з екологічної безпеки та управління природокористуванням і природоохоронною діяльністю, аспірантів і студентів.

Редакційна колегія:

Шапар А.Г., член-кор. НАН України, д-р техн. наук, професор (голова редколегії)

Шматков Г.Г., д-р біол. наук, професор (заступник голови)

Ємець М.А., канд. техн. наук (відповідальний секретар)

Голінько В.І., д-р техн. наук, професор

Гуменик І.Л., д-р техн. наук, професор

Деркачов Е.А., д-р мед. наук, професор

Долгова Т.І., д-р техн. наук, професор

Копач П.І., канд. техн. наук

Коробочка О.М., д-р техн. наук, професор

Поліщук С.З., д-р техн. наук, професор

Сердюк Я.Я., канд. геол.-мін. наук

Скрипник О.О., канд. біол. наук

Травлєєв А.П., член-кор. НАН України, д-р біол. наук, професор

Тяпкін О.К., канд. геол.-мін. наук

Іноземні члени:

Пешков О.О., член-кор. РАН, д-р техн. наук, професор (Росія)

Ракішев Б.Р., академік НАН Республіки Казахстан, д-р техн. наук, професор (Казахстан)

Шмідт М., д-р наук, професор (Німеччина)

Затверджено до друку вченою радою
Інституту проблем природокористування та екології НАН України

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 3497 від 29 вересня 1998 р.

© Інститут проблем природокористування та екології
НАН України, 2008

© А.Т. Пушкар'єв, ілюстрація до обкладинки, 2008

УДК 504

Ecology and Nature Management: Collection of scientific works of Institute of Problems on Nature Management and Ecology of the NAS of Ukraine. Works 11. Dniepropetrovsk, 2008. – 220 p.

The results of theoretical and applied researches on actual problems of sustainable development of technogenous loaded regions are represented in the collected articles. The general questions of environment and sustainable development, rational using of natural resources potential of territory, ecology-oriented and alternative technologies, wastes handling, environment monitoring and technogeneous safety are considered. The theses of the basic reports of the Fourth International Youth Scientific Conference "Environment - XXI" (to 90-year's anniversary of NAS of Ukraine) are submitted. The results of theoretical and applied researches of the young scientists on general problems of steady development, ecological and technogenous safety, preservation and revival of environment, rational nature management of regions are in the theses.

For scientists, engineers, technical officers researches worker, specialists in ecology, technogenous safety, nature management and environment protection, students and post-graduates.

Editorial board:

- A. Shapar**, *corresponding member of National Academy of Sciences of Ukraine, dr. Sc. (Tech.), professor (editor-in-chief)*
G. Shmatkov, *dr. Sc. (Biolog.), professor (deputy editor-in-chief)*
M. Yemets, *cand. Sc. (Tech.) (executive secretary)*
V. Golinko, *dr. Sc. (Tech.), professor*
I. Gumenik, *dr. Sc. (Tech.), professor*
E. Derkachov, *dr. Sc. (Medic.), professor*
T. Dolgova, *dr. Sc. (Tech.), professor*
P. Kopach, *cand. Sc. (Tech.)*
O. Korobochcka, *dr. Sc. (Tech.), professor*
S. Polishchuc, *dr. Sc. (Tech.), professor*
Y. Serdyuk, *cand. Sc. (Geol.-Miner.)*
O. Skrypnik, *cand. Sc. (Biolog.)*
A. Travleev, *corresponding member of National Academy of Sciences of Ukraine, dr. Sc. (Biolog.) professor*
O. Tyapkin, *cand. Sc. (Geol.-Miner.)*

The foreign members:

- A. Peshkov**, *corresponding member of National Academy of Sciences of Russia, dr. Sc. (Tech.), professor (Russia)*
B. Rakishev, *academician of Academy of Sciences of Kazakhstan, dr. Sc. (Tech.), professor (Kazakhstan)*
M. Schmidt, *dr. Sc., professor (Germany)*

Affirmed to publication by Academic council of Institute of Problems on Nature Management and Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine

Evidence of state registration KB № 3497 from September 29, 1998

© **Institute of Problems on Nature Management and Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine, 2008**

© **A.T. Pushkarev, illustration for cover, 2008**

ВСТУП

При збереженні звичних способів господарювання небезпека непередбачених змін у стабільному стані біосфери, до якого історично пристосовані природні співтовариства й види, включаючи саму людину, настільки велика, що перед нинішнім поколінням людей виникла задача екстреного удосконалення всіх сторін життя з метою збереження сформованого кругообігу речовин та енергії у біосфері. Саме життя змушує оновити раніше отримані знання, яких стало зовсім недостатньо для забезпечення хоча б повсякденного самозбереження.

Отже, на сучасному етапі іншого шляху вирішення екологічних та соціальних проблем, крім переходу на принципи сталого розвитку, не існує. Проблеми захисту всіх компонентів навколишнього середовища, збереження біорізноманіття і природних екосистем, створення мало-відходних і замкнених екологоорієнтованих технологій природокористування, підвищення добробуту людей можуть бути вирішені за умови спільних і послідовних дій усієї світової спільноти. При цьому важливо, щоб кожне прийняте рішення вписувалося в план дій по досягненню цілей сталого розвитку на глобальному, національному та регіональному рівнях. Для України невідкладним кроком на цьому шляху повинно стати прийняття на національному рівні стратегії сталого розвитку. Сучасною наукою вже накопичено досить знань, щоб сформулювати пріоритети переходу на таку стратегію як окремих регіонів, так і держави в цілому, а також обґрунтувати показники та критерії такого розвитку.

Головним інструментом планування стратегії сталого розвитку є довгострокове прогнозування світових і територіальних тенденцій розвитку економіки, можливості розширення ресурсної бази, розвитку рівня технологій природокористування та зниження відходності виробництва з урахуванням якості споживаних природних ресурсів, ступеня забруднення компонентів навколишнього середовища і можливості підтримки їх на природному рівні, тенденцій зміни стану навколишнього середовища й здоров'я населення. Роль науково обґрунтованого прогнозування при розробці напрямків розвитку постійно зростає, оскільки його результати дозволяють вчасно зосередити сили та засоби на вирішенні проблем нинішніх і майбутніх поколінь у забезпеченні необхідними ресурсами, достатнього рівня життя і здорового середовища мешкання. При цьому

важливо, щоб кожне прийняте рішення вписувалося в план дій по досягненню цілей сталого розвитку на локальному, національному та глобальному рівнях. Найважливішу роль при прийнятті таких рішень набуває суспільна думка, оскільки мета цього розвитку повинна збігатися не тільки з інтересами суспільства, але й окремої людини. Потрібна широка освіта всього населення по численним і різноманітним питанням, які стосуються життєдіяльності людини, устрою природних співтовариств і всієї біосфери, особливостей ряду речовин і процесів, а також окремих технологій – для того щоб усе суспільство було підготовлено до свідомого прийняття радикальних незвичайних мір організаційного, правового та економічного характеру, що забезпечать глобальну перебудову сформованого природокористування і зміну науково-технічного напрямку розвитку.

Таким чином, багатьох проблем регіонального розвитку можна уникнути, якщо принцип узгодження інтересів різного територіального масштабу на різних часових інтервалах буде прийнятий за організаційну основу управління і на регіональному рівні будуть розроблені та прийняті концепції, стратегії чи програми сталого регіонального розвитку.

У зв'язку з цим у збірнику представлено результати теоретичних та прикладних досліджень з актуальних проблем сталого розвитку техногенно навантажених регіонів. Розглянуті питання, присвячені загальним проблемам довкілля та сталого розвитку, раціональному використанню природно-ресурсного потенціалу територій, еколого-орієнтованим та ресурсозберігаючим технологіям, поводженню з відходами, моніторингу довкілля та техногенній безпеці. До збірника включені також доповіді Четвертої міжнародної молодіжної наукової конференції «Довкілля–XXI», яка була проведена Інститутом проблем природокористування та екології НАН України у жовтні 2008 р.

Сподіваємося, що опубліковані матеріали дозволять одержати більш повне уявлення про сучасні проблеми раціонального природокористування, сталий розвиток і техногенну безпеку регіонів і будуть корисні при розробці заходів, спрямованих на їх вирішення.

Редакційна колегія

ЧАСТИНА 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

УДК 504.54.062

**НООСФЕРНІ МІРКУВАННЯ ЩОДО ДЕЯКИХ
ШЛЯХІВ ВІДТВОРЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

А.Г. Шапар

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Доведено, що використання порушених гірничими роботами земель в якості елементів екомережі найбільш доцільно як з екологічної та геотехнологічної, так і з економічної та соціальної точок зору.

Доказано, что использование нарушенных горными работами земель в качестве элементов экосети наиболее целесообразно как с экологической и геотехнологической, так и с экономической и социальной точек зрения.

Загальновідомо, що В.І.Вернадський порівнював вплив господарської діяльності людства на навколишнє середовище з великою геологічною силою і висловлював сподівання, що подальший розвиток цивілізації піде шляхом гармонізації взаємовідносин Людини та Природи [1]. Дійсно, вже у 1992 р. світова спільнота на саміті у Ріо-де-Жанейро проголосила „Порядок денний на ХХІ сторіччя”, в якому боротьба з деградацією природного середовища і за збереження біорізноманіття визнані одними з найголовніших завдань на найближчу та віддалену перспективи [2]. І це зрозуміло, тому що інакше людство неодмінно і в найближчий час може опинитися на межі свого виживання. Взагалі „Порядок денний на ХХІ сторіччя” - документ, який формулює загальні принципи зміни філософії розвитку цивілізації на етапі, коли техногенна діяльність людства може визвати екологічну катастрофу з непередбаченими наслідками для всього живого. У зв'язку з цим постає питання: якщо господарська діяльність людства є великою рушійною геологічною силою, то на що вона має бути направлена? [3].

Відомо, що найбільш суттєвим і масштабним впливом на стан навколишнього середовища є вилучення з нього міне-

рально-сировинних ресурсів. Давно минув той час, коли ці ресурси вилучалися з верхніх шарів літосфери. Зараз людство за допомогою гірничих виробок проникло в надра Землі на 1,5–3,0 км при підземному і на 0,3–0,7 км при відкритому способах видобутку корисних копалин, втягуючи у процес переміщення сотні мільйонів м³ гірських порід. При цьому їх вплив на компоненти природного середовища розповсюджуються на відстань до 10–15 км (депресійна лійка, розповсюдження в атмосфері продуктів вибухових робіт тощо).

Але найбільш незворотні зміни при цьому пов'язані з перетворенням ландшафтів. Наприклад, на місці типового степового ландшафту внаслідок відкритої розробки родовищ корисних копалин з'являється нетипова для цього регіону комбінація глибокого провалу на місці кар'єру з озером на його дні та високих відвалів навколо з великим різноманіттям рельєфних форм. При цьому на обмеженій території з'являлися ділянки з нетиповим для регіону складом гірських порід та їх комбінацією. Тобто, у таких випадках, внаслідок рукотворної діяльності, людина створює нові ландшафтні угруповання, які за своїми характеристиками принципово відрізняються від оточуючих. Якщо давати їм загальнорельєфну характеристику, то створені нові

ландшафтні угруповання можливо віднести до предгірських з загальним обсягом новоутворень в декілька сотень мільйонів кубічних метрів.

Перед індустріальним суспільством у ХХ сторіччі виникало питання: що робити з наслідками таких величезних геологічних перетворень, які призводили до масштабної зміни ландшафтів та вилучення з сільськогосподарського використання великої кількості родючих земель? [4]. Виходячи з домінуваншої у цей час парадигми розвитку, в основу якої покладено пріоритетність інтересів людини у задоволенні своїх потреб, суспільством природа розглядалась в якості „майстерні”, де хазяйнує на свій розсуд людина. Внаслідок цього ніяких обмежень на вилучення природних ресурсів та розміщення в навколишньому середовищі відходів виробництва не існувало. Розораність земель у деяких областях України досягла 80%, програма будівництва атомних електростанцій широко впроваджувалася в життя при відсутності проектів виведення їх з експлуатації та безпечного захоронення чи переробки відходів ядерно-паливного циклу, екологічні фактори при створенні каскаду водосховищ на р. Дніпро ігнорувалися, активно впроваджувалися проекти осушення боліт та маскувалися схеми перекиду вод сибірських річок у Європейську частину СРСР.

Стосовно видобутку корисних копалин менталітет індустріального суспільства найшов відображення у нормативних документах щодо рекультивації порушених гірничими роботами земель, згідно з якими, незалежно від умов залягання родовищ та способів їх відпрацювання, передбачалося обов'язкове нівелювання порушених територій та нанесення шару потенційно-родючих ґрунтів на техногенно створену таким чином земну поверхню. У зв'язку з тим, що при розробці крутоспадних родовищ техногенні утворення рельєфу розташовуються на висоті 5,0 м і більше над першим

водоносним горизонтом, виконання вищенаведеної вимоги нормативних документів провокує створення додаткових зон активної вітрової та водної ерозії і, таким чином, призводить до погіршення екологічної ситуації на прилеглих територіях за рахунок забруднення атмосфери і водного середовища.

З іншого боку, якщо на порушених територіях не виконувалися вимоги щодо рекультивації, а на це існували об'єктивні причини, пов'язані з постійним розвитком та переміщенням у просторі і часі таких об'єктів гірничого комплексу як кар'єр, відвали і шламосховище, то на них починали з'являтися представники вторинних екосистем у вигляді трав, дерев та кущів і згодом, років за 50, ці території являли собою частково освоєні біотою землі. Якщо в цій ситуації зробити спробу виконати вимогу директивних документів щодо рекультивації порушених гірничими роботами земель, то треба буде провести терасування території, внаслідок чого майже на половині площ цих земель буде повністю знищена рослинність. Тільки в такому випадку землі будуть вважатися рекультивованими і можуть бути повернені землевласникам.

Як бачимо, це очевидне безглуздя, але закріплене у нормативному акті і тому воно суттєво впливає на стан використання порушених гірничими роботами земель.

Підсумовуючи вищенаведене, ще раз слід констатувати, що при видобутку мінеральної сировини масштаб перетворень у навколишньому середовищі дійсно можливо співставити з дією геологічних сил. Особливо великі зміни відбуваються у ландшафті порушених гірничими роботами земель, які за своїми характеристиками (рельєфу, мікроклімату, морфології ґрунтів, потоком переносу речовини та енергії) різко відрізняється від оточуючого. Природно виникає питання: що робити з цим ландшафтом і як його раціонально використовувати з то-

чки зору ноосферної парадигми, бо з інших точок зору (соціальної, економічної, геологічної, біосферної) будемо отримувати різні відповіді. Покажемо це на наступному [4].

З соціальної точки зору заново утворені техногенні ландшафти були б більш привабливими в естетичному, туристичному та пізнавальному планах лише у випадку, якщо вони не будуть виступати джерелом виносу пилу на оточуючі території і не будуть сприяти появі враження про поранену Землю. Тому у цих цілях достатньо облісити ці ландшафти та облаштувати їх як місце для туризму та відпочинку.

З економічної точки зору наново утворені техногенні ландшафти найбільш доцільно було б повернути у минулий природний чи навіть покращений стан для використання у сільськогосподарських цілях. Особливо природним таке прагнення буде у випадках, коли під гірничі розробки були відведені чорноземи. Для цього необхідно буде зрівняти пошкоджені території та провести на них сільськогосподарську рекультивацію. При відкритій розробці горизонтально залягаючих покладів корисних копалин такі технології рекультивації відпрацьовані і за їх допомогою вдається повернути землі у близькому до первісного природного стану. При цьому слід пам'ятати, що, незважаючи на досить значні витрати на рекультивацію земель, врожайність на них, як правило, не перевищує 40-60 % від природної. В той же час при розробці крутоспадних родовищ кар'єр та інші об'єкти виробництва у просторі і часі постійно змінюють своє походження, тому, як вже відмічалось, до рекультивації можливо приступити лише після завершення видобутку корисних копалин. Існуюча законодавча база не передбачає накопичення заздалегідь коштів на виконання таких робіт, тому фактично порушені гірничими роботами землі кинуті напризволяще. І тільки з часом, через 40-50 років, Природа су-

проти діям Людини поступово, але дуже повільно повертає Життя на такі землі. Весь час в більшій чи меншій мірі вони слугують джерелом погіршення екологічного стану довкілля за рахунок вітрової ерозії з поверхні кар'єрів, шламосховищ та відвалів.

З геологічної точки зору порушені гірничими роботами землі являють собою узгір'я техногенного походження або дуже пересічену місцевість. Ці утворення як би повертають рельєф поверхні землі у давно минулий час, коли пагорби та пагорбки були типовими для неї. Минали століття і ці території під дією вітрової та водної ерозії нівелювалися, а продукти руйнування гірських порід зносилися у струмки, річки, моря. Доки світить Сонце, такі процеси відбувалися і будуть відбуватися. Масштаби цієї роботи велетенські. Досить відмітити, що, наприклад, р. Дунай щорічно приносить в гирло 65 млн. м³ піску та мулу [5]. Таким чином, з цього боку порушені гірничими роботами землі можуть розглядатися як наслідок позитивних техногенних процесів у при поверхневому шарі Землі. Тому розрівнювати такі території немає ніякого сенсу, природні ерозійні процеси з часом виконають цю роботу.

З біосферної точки зору порушені гірничими роботами землі можуть і повинні слугувати місцем мешкання всього живого. Через цю призму розглянемо характеристики техногенних ландшафтів і, по можливості, визначимося, наскільки вони сприятливі для проживання як окремого індивідуума, так і біологічної спільноти.

Перш за все необхідно відмітити, що зразу після формування нових ландшафтів вони майже непридатні для виживання як рослин, так і тварин. Але вони можуть слугувати місцем перепочинку для біоти при її міграції чи переселенні. Потрібен деякий час для того, щоб на поверхню цих земель був вітром чи техногенно нанесений хоча б самий мізерний

шар родючих ґрунтів чи гумусових частинок і завдяки цьому на них з'явилося життя з певною біологічною продуктивністю. Тільки після цього природним шляхом починається відродження цих земель від периферії, поступово зміщуючись до центру, яке може тривати до 50 і більше років. При техногенному втручанні в процес створення шару ґрунту термін відродження суттєво скорочується і може становити до 1-5 років. Але у всіх випадках зовсім необов'язково виконувати планувальні роботи.

Техногенні узгір'я з дуже пересіченою поверхнею як раз підвищують цінність таких земель як притулку для всього живого. В таких умовах як хижаку, так і людині дуже непросто побачити і наздогнати свою жертву.

З появою трав'янистої та деревної рослинності захищеність життя біоти підвищується. Разом з цим підвищується і ємність таких територій для життя. З цих позицій можна констатувати, що необхідність в планувальних роботах на таких територіях відсутня і їх проведення навіть стало б негативним.

Різноманіття ландшафтних форм на порушених гірничими роботами землях є також позитивним фактором з біосферної точки зору. Різноманіття форм обумовлює різноманіття мікроклімату, морфології техногенно відсипаних порід, умов зволоження території, потоків переносу енергії і речовини, а все це, в свою чергу, обумовлює різноманітність умов існування для тваринного і рослинного світу.

Проведеними дослідженнями з розробки екологічної класифікації посттехногенних ландшафтів на порушених гірничими роботами землях та експериментами в натурних умовах техногенних ландшафтних заказників доведено, що біорізноманіття на них на порядок вище у порівнянні з оточуючими ландшафтами [4].

Після того, як ми багато чого з'ясували, знову повернемося до питан-

ня: який напрям використання порушених гірничими роботами земель з ноосферних міркувань є найбільш обґрунтованим? У багатьох наукових роботах доведено, що у суспільстві альтернативи принципам сталого розвитку не існує [6]. Один з них наголошує, що екологічна складова розвитку повинна стати пріоритетною. Адаже з кожним зниклим видом живого ми втрачаємо можливість знайти відповідь на безліч фундаментальних питань про саме життя. Тому біорізноманіття при плануванні розвитку суспільства повинно розглядатися як пріоритетна складова взагалі. А стосовно використання порушених гірничими роботами земель як місця для відродження на них вторинних екосистем, слід відзначити, що такий напрямок є єдино вірним з усіх точок зору. Для того, щоб це відродження відбулось якнайшвидше та ефективніше, слід таким територіям надавати статус ландшафтних заказників хоча б місцевого значення. Це забезпечить на самих перших і дуже вразливих для заново відроджуваного природним шляхом життя етапах найбільш ефективний захист від втручання людини з метою використання цих земель в будь-який інший господарський спосіб.

Зрозуміло, що на цих етапах такі заказники ще не зможуть виконувати роль ядер у системі екологічної мережі, але роль екологічних коридорів, тобто місць для відпочинку та міграції всього живого, вони будуть відігравати ефективно навіть за причини важкодоступного рел'єфу.

Цей напрямок використання порушених гірничими роботами земель перспективний також в економічному і соціальному плані. По-перше, не треба витрачати кошти на виконання робіт з планування цих земель та терасування пагорбів. По-друге, зникає потреба вилучати додатково землі зі сільськогосподарського виробництва для створення елементів екомережі, оскільки порушені землі вже давно вилучені і після видобутку

корисних копалин вони гірникам не потрібні. По-третє, в цьому випадку найбільш просто досягається злагода між громадою, владою та власниками гірничо-видобувних підприємств. Сподіває-

мося, що наведені міркування достатньо переконливі і будуть слугувати додатковими доказами обґрунтованості діючих програм створення заказників на порушених гірничими роботами землях.

Перелік посилань

1. Вернадский В.И. Бисфера и ноосфера. - М.: Наука, 1989. – 263 с.
2. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении // Центр «За наше общее будущее». - Женева, 1993.
3. Шапар А.Г. Природні та соціальні передумови сталого розвитку // Зб. наук. праць ІППЕ НАН України «Екологія і природокористування». – Дніпропетровськ: Моноліт, 2005. – Вип. 8. - С. 6-11.
4. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення стану земель, порушених гірничими роботами. / За редакцією А.Г.Шапара.- Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
5. Бондар О.І. Проблеми створення суднового ходу Дунай - Чорне море // Екологічний вісник. – 2002. - № 3-4.
6. Шапар А.Г. Про концепцію переходу України до сталого розвитку // Зб. наук. праць ІППЕ НАН України «Екологія і природокористування». – Дніпропетровськ: Моноліт, 2006. – Вип. 9. - С. 37-61.

A.G. Shapar **NOOSPHERE REASONS ABOUT
THE SOME WAYS OF REPRODUCTION
OF BIOLOGICAL VARIETY**

*Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovsk*

The use of the lands (broken by mining works) as elements of an ecological network is most expedient from both ecological–geotechnological and economic–social points of view is proved.

*Надійшла до редколегії 25 вересня 2008 р.
Рекомендовано членом редколегії докт.біол.наук, професором Г.Г. Шматковим*

УДК 502.5:17.009.14

Г.Г. Шматков

**НЕКОТОРЫЕ РАЗМЫШЛЕНИЯ
О ПРАВСТВЕННОСТИ
В ОТНОШЕНИИ К ОКРУЖАЮЩЕЙ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ**

Приднепровская академия строительства и архитектуры, Днепропетровск

Розкриваються деякі аспекти моральності у відносинах людини та природи. Розглядаються напрямки виходу країни з екологічної, енергетичної та економічної криз, її процвітання і тривалого сталого еколого-економічного збалансованого розвитку.

Раскрываются некоторые аспекты нравственности в отношениях человека и природы. Рассматриваются направления выхода страны из экологического, энергетического и экономического кризисов, её процветания и длительного устойчивого эколого-экономического сбалансированного развития.

«Экология», «окружающая среда», «окружающая природная среда», «охрана окружающей среды» - эти термины сейчас на слуху у всех. Люди применяют их, не задумываясь об их содержании. Как часто мы слышим: «у нас плохая экология», или «в хвойном лесу прекрасная экология», или «давайте охранять окружающую среду».

Люди, часто даже образованные, даже лекторы, применяют эти выражения, совершенно не задумываясь об их содержании.

Давайте разберёмся в этих терминах. Экология – это наука и, как всякая наука, она не может быть ни хорошей, ни плохой. Экология, в самом общем определении, это наука о взаимодействии организмов друг с другом и с окружающей средой. Экология относится к фундаментальным наукам. У нее множество разделов и разветвлений.

Никто же не называет Физику плохой наукой, а ведь именно благодаря открытиям в области физики изобретены, созданы и применены атомные и водородные бомбы, принесшие неисчислимые беды миллионам людей. А открытия в области Химии привели к созданию химического оружия, которое применялось ещё в первую мировую войну, но без химии немыслимо существование современного человечества.

Человек Разумный (Homo sapiens), по своей сути разумного существа, не может не заниматься наукой, не может не изучать окружающую среду от фундаментальных основ материи до общественных отношений, не может не делать открытия, изобретать всё более совершенные технологии, создавать технику, преобразующую окружающую его среду, изучать самого себя.

Но только Человек несёт ответственность за применение собственных открытий и изобретений, за те последствия, к которым может привести неразумное применение новейших открытий и современных технологий. И чем глубже Человек проникает в тайны живой и неживой материи, чем совершеннее технологии, тем опаснее и глобальные последствия их применения.

В Экологии есть очень важный раздел - Экология Человека.

Это самый сложный раздел экологии, который изучает не только реакции человека, как биологического вида, на те или иные изменения в окружающей его среде, но и воздействие человека на окружающую среду, и ее реакцию на эти воздействия. Ведь экология это наука о взаимодействии субъектов. В данном случае – взаимодействие Человека и Окружающей Среды.

Но, человек, хотя и относится к одному из видов животных класса млекопитающих, его воздействие на окружающую

среду определяется разумом, которым его, в отличие от животных, наделил Бог.

И здесь, как только мы переходим к воздействию человека на окружающую среду, мы переходим в область нравственности - той этической категории, которая присуща только человеку.

Ведь когда волк убивает беззащитную овцу или даже человека, мы никогда не скажем, что он поступил безнравственно, что он преступник. Он поступает так, как требует его животное естество, его природный инстинкт. Он ничего не преступает.

Тысячи лет Человек применяет топор, как уникальный универсальный инструмент, но с помощью того же топора, когда преступались нравственные законы человеческого общества, убиты десятки тысяч людей. Самый мирный инструмент – мотыгу – красные кхмеры в Камбодже, в период революции, использовали для убийства сотен тысяч своих соотечественников.

Когда человек с помощью топора и пилы строит дом, где будут жить его дети, он поступает нравственно, но когда он с помощью тех же инструментов вырубает лес ради наживы, он поступает безнравственно.

Когда проектант проектирует металлургический завод, а строитель его строит, чтобы обеспечить промышленность и нас всех металлом, они поступают нравственно. Но когда проектант при этом не предусматривает полную очистку отходящих газов и сточных вод, а строитель строит такой завод, они поступают крайне безнравственно, так как последствия их безнравственных действий это болезни тысяч людей, в том числе детей, их преждевременная смерть, разрушение естественных биогеоценозов, преступление против человечества и против природы.

Но если мы посмотрим вокруг, мы увидим сотни, тысячи миллионы таких преступлений от выбросов вреднейших веществ от автомобилей, больших и малых предприятий, до тысяч умирающих и умерших рек, вырубленных и не восстановленных лесов, миллионов исчезнувших

с лица Земли видов растений и животных и т.д. и т.д., вплоть до глобальных изменений (или преступлений?!) – разрушения озонового экрана и глобального потепления.

А ведь это, не в таком уж далёком будущем, может привести к угрозе существованию самого человека, как биологического вида, на Земле. Биосфера, конечно, залечит свои раны и восстановит естественный круговорот веществ на Земле, может быть в несколько изменённом виде, но вида *Homo sapiens* на ней не будет, как не будет и миллионов видов других вымерших видов, ведь генотипы не восстанавливаются и эволюция не имеет обратного развития.

Почему же никто не несёт ответственности за эти безнравственные по отношению к природе и самому человечеству воздействия? Может быть потому, что человечество ещё не доросло до понимания того, что сознательные воздействия человека на окружающую среду, которые приводят к её необратимому изменению и опасным воздействиям на самого человека, являются уголовным преступлением? А может быть потому, что Человек, несмотря на всю свою разумность ещё до сих пор не понял, не познал смысла своего существования?

Я думаю, что познать этот смысл, человек никогда не сможет, так как невозможно понять работу системы, находясь внутри самой системы. Это аксиома. Может быть, и неразрешимая загадка появления разума более 2,5 млн. лет назад у одного из видов приматов, вообще лежит за пределами Земли, нашей галактики, нашей Вселенной? Может быть. Иначе объяснить сознательные, разрушительные действия человека, направленные на уничтожение естественного состояния биосферы Земли и самого человечества объяснить невозможно. Ведь это не разумно и того, кто так поступает надо называть не *Homo sapiens*, а *Homo nonsapiens* – «Человек неразумный».

Но, не всё так безнадежно. Человечество за долгую свою эволюцию создало множество различных цивилизаций. Обра-

тите внимание, что ни в одной из цивилизаций, от самых древних до самых современных, в любых этнических формациях нет законов безнравственного, уничтожительного отношения к окружающей природной среде. Однако действия отдельных, даже очень многих и многих особей (рука не поднимается написать – людей) рода человеческого именно таковы и они подрывают основы существования всего человечества. Самое странное в том, что законы, запрещающие наносить вред природной среде, есть в любом цивилизованном государстве, а выполнение их отсутствует. Почему же так происходит?

Причина здесь, на мой взгляд, в том, что нравственное отношение к природе только продекларировано лучшими умами человечества, включено ими в законодательство, но эти нравственные принципы отношения к окружающей среде не вошли в сознание подавляющей части человечества, не стали принципами их поведения, смыслом их жизни.

Именно нравственное отношение общества к окружающей среде и нравственное взаимодействие с ним является залогом самосохранения человечества и сохранения биосферы, но оно зависит, прежде всего, от общего нравственного состояния общества от общей культуры.

Существенным аспектом этого является, безусловно, уровень и общего экологического образования и воспитания в обществе. Но оно находится в зачаточном состоянии. Несмотря на то, что экологию, как науку, изучают в школах и в вузах любого профиля, но эффект от этого экологического образования нулевой. Ведь экология не преподаётся как нравственная дисциплина, как основа поведения человека и его самосознания. Ведь тогда бы пришлось выбирать между аскетизмом и гедонизмом, между самоограничением и материальным самоудовлетворением. К сожалению, пока побеждает последнее.

Отсюда и хищническое отношение человечества к природным ресурсам и сплошное природоразрушительное поведение, как отдельного человека, так и его социума, так и экономики этого социума.

К сожалению, тысячи лет существования человеческой цивилизации характеризуются чудовищным потребительским отношением к окружающей природной среде и её ресурсам.

Многие тысячи лет считалось, что природный потенциал бесконечен, что природа легко залечивает тяжелейшие раны, нанесённые ей человеком. Но воздействие человека на природу всё нарастало в геометрической прогрессии и стало сравнимо с глобальными естественными процессами. Другими словами деятельность человека стала столь мощной, что именно она превратилась в решающий глобальный средообразующий фактор.

Великий учёный-эколог В.И. Вернадский назвал эту, преобразованную человеком биосферу – Ноосферой, то есть сферой разума. Но, к сожалению, только в прошлом столетии передовые учёные стали понимать, что отношение Человека к среде стало просто безумным.

Экологические катастрофы, вызванные Человеком, происходили и в древние времена. Тогда погибали целые города, расположенные в цветущих долинах, у подножия гор, так как для их существования и развития вырубались леса, произраставшие на склонах гор. В результате мелели и исчезали реки, стекающие с этих гор, и города лишались воды и люди покидали эти города.

Другой пример, когда цветущие степи и саванны превращались в пустыни, так как вытаптывались миллионами голов искусственно разведённого домашнего скота. Даже создание крупных водохранилищ на реках, например на нашем славном Днепре, тоже можно отнести к антропогенной катастрофе уже не локального, а межрегионального типа, так как полностью изменился гидрологический и гидробиологический режим Днепра. Из полноценной реки он превратился в каскад водоёмов озёрного типа, которые, если не применять искусственных мер восстановления, со временем заилются, обмелеют и превратятся в каскад болот. Эти процессы, называемые сукцессиями, хорошо известны учёным-экологам.

Подобные процессы происходили и происходят во всех странах и на всех континентах, но они до сих пор не восприняты человечеством, как наглядный урок, как прогноз, как тревожный сигнал его будущего.

Современный же тип воздействия Человека на окружающую среду стал глобальным. Обусловлено это тем, что результаты деятельности Человека охватывают все сферы и компоненты Земли, оказывая всеобщее, всеземное, воздействие.

Так, за последние 200 лет выбросы CO₂ – углекислого газа в атмосферу, были столь велики, что его концентрация в атмосфере увеличилась в 2 раза. В результате мы имеем глобальный парниковый эффект, так как углекислый газ препятствует отдаче тепла от Земли, нагреваемой Солнцем, в космос. Как следствие, глобальное изменение климата в сторону потепления, резко увеличившаяся частота стихийных бедствий – ураганы, цунами, наводнения, охватившие все континенты Земли кроме Антарктиды. Если потепление продолжится и средняя температура на Земле повысится на 1-1,5 градуса, то дальше – таяние ледников, глобальное наводнение, затопление миллионов квадратных километров суши, исчезновение сотен городов, а может быть и некоторых стран с лица Земли. Так выглядит один из возможных сценариев развития ситуации.

Другой пример глобального изменения в окружающей среде под влиянием человека – скорее всего медленное, но неуклонное уменьшение озонового слоя в атмосфере Земли. Всё увеличивающаяся частота появления «дыр» в озоновом слое.

Озон в нашей атмосфере, особенно в её верхних слоях, как экран защищает нашу Землю от жёсткого ультрафиолетового излучения. Его уменьшение ведёт к увеличению частоты мутаций у животных и растений, к подавлению нормального обмена веществ, к снижению урожайности. У человека увеличивается число раковых и наследственных заболеваний и т.д. Это результаты наблюдений учёных за теми территориями, над которыми на достаточно длительное время появлялись, так на-

зываемые «озоновые дыры». Появляются эти дыры при каждом запуске ракеты в космос, а затягиваются они достаточно медленно.

Кроме того, озон разрушается и под воздействием тысяч тонн аэрозолей, выбрасываемых из баллончиков в воздух, и утечек фреонов из холодильных установок, и выбросов оксидов азота при сжигании газа и других высокотемпературных процессах в металлургии, химии, теплоэнергетике. Но мы продолжали и продолжаем пользоваться аэрозолями, по-прежнему не применяем очистку отходящих газов от оксидов азота, да и других оксидов, тяжёлых металлов, углеводородов.

Катастрофическое уменьшение озонового слоя в короткий срок может привести к полному сжиганию всего живого на поверхности Земли под воздействием жёсткого ультрафиолетового излучения.

Пока мы не поймём, что каждый из нас, лично, виновен в развитии этих глобальных и очень опасных для будущего человечества процессах, до тех пор эти явления будут нарастать, что может поставить под угрозу само существование всего человечества в не таком уж отдалённом будущем.

Любая глобальная проблема всегда является результатом развития и умножения региональных и локальных проблем. Наша страна вносит свой и весьма значительный вклад в развитие глобальных проблем на Земле.

На Украине ежегодно выбрасывается в атмосферу от 10 до 18 млн. тонн пыли и газов, в зависимости от экономического роста или спада, среди которых почти треть приходится на оксиды азота, разрушающие озоновый экран. Кроме того, по расчётам специалистов вклад Украины в выбросы парниковых газов составляет около 500 млн. тонн в эквиваленте CO₂ от организованных источников. Но есть ещё тысячи свалок бытовых отходов, на которых выделяется метан, а он в 21 раз больше влияет на парниковый эффект, чем углекислый газ, и газ из угольных шахтах, который мы до сих пор не научились

улавливать и использовать, а просто выбрасываем в атмосферу тысячами тонн.

Беда в том, что экономика Украины базируется, прежде всего, на ресурсодобывающих отраслях промышленности и металлургии. Мы добываем железные, марганцевые, титановые и урановые руды. Получаем из них концентраты и гоним на экспорт. А все самые грязные отходы (загазованная атмосфера, загрязнённые сточные воды, твёрдые и жидкие отходы, тысячи гектаров нарушенных и занятых опасными отходами земель) остаются на нашей территории.

Из железной руды мы плавим сталь, делаем заготовки и тоже гоним на экспорт. Но при выплавке металла все отходы так же остаются на нашей территории. Для выплавки металла нужен кокс, а получают его на наших коксохимических заводах, которые являются одними из самых экологически опасных производств. Значительную часть чистого кокса мы тоже отправляем на запад, ведь все самые грязные отходы мы уже оставили себе.

На западе из нашего металла, наших концентратов делают новейшее оборудование для той же металлургии, горнодобывающего комплекса, лёгкой и пищевой промышленности, делают бытовую технику, которой забиты наши магазины, и автомобили, которыми забиты все автосалоны. Но ведь не секрет, что себестоимость металла в конечной продукции в сотни раз выше, чем в руде или концентрате.

Мы превратились в сырьевой придаток развитых стран и самую большую в Европе свалку промышленных и радиоактивных отходов.

Только на территории Днепропетровской области накопилось около 9 млрд. тонн промышленных отходов, мы сбрасываем ежегодно в водоёмы около более 600 млн. кубических метров загрязнённых сточных вод и выбрасываем в атмосферу более 1 млн. тонн пыли и газов.

Увеличьте эти цифры примерно в пять раз и вы получите общеукраинские объёмы загрязнений. Результат этого в окружающей среде хорошо известен специалистам – химическое загрязнение и гидро-

биологическая деградация водоёмов, превращение рек, особенно малых, в сточные канавы, площадное загрязнение подземных вод во многих регионах страны, эрозии и химическое загрязнение почв на сотнях тысяч гектаров земель, загрязнение атмосферы крупных и средних промышленных городов выше всяких предельно допустимых норм, что крайне опасно. А в этих городах проживает большая часть населения страны.

Прибавьте к этому шлейф чернобыльских проблем, экологические проблемы уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности, проблемы регионов, где закрылись и закрываются сотни шахт, и вы получите кошмарный, но далеко не полный букет экологических проблем Украины.

Интегральным показателем такой крайне неблагоприятной ситуации является здоровье населения нашей страны. По многим показателям оно наихудшее в Европе. Главное то, что в промышленно развитых регионах Украины, где проживает более 75% населения страны, смертность в два раза превышает рождаемость, растёт число наследственных и врождённых аномалий.

Это уже явные признаки депопуляции населения, прогрессирующего дефицита трудовых и просто человеческих ресурсов в недалёком будущем.

О каком устойчивом развитии страны можно говорить в таких условиях? О его необходимости уже много лет, даже в период кризисов, говорят разумные учёные, его не хотят реализовывать безумные политики, его не воспринимает подавляющее большинство населения.

Я не сгущаю краски, я констатирую факты.

Я глубоко убеждён, что мы стоим на краю экологической и демографической пропасти, но ещё не шагнули в неё. У нас есть ещё, хотя совсем немного времени, в историческом смысле, чтобы отступить от этой пропасти или, если хотите, построить мост через неё, чтобы перейти к нормальному экологически и экономически сбалансированному устойчивому развитию.

Стратегически нам необходимо пере-
страивать структуру нашей экономики,
отдавая приоритеты не добыче невозобно-
вимых, исчерпаемых природных ресурсов
и их первичной переработке, а машино-
строению, приборостроению, электрон-
ной, лёгкой и пищевой промышленности,
сельскому хозяйству с полным производ-
ственным циклом. Всё это должно быть
ориентировано, в первую очередь, может
быть исключительно, на внутренние ре-
сурсы, и минимум на экспорт. Это позво-
лит минимизировать использование пер-
вичных невозобновимых ресурсов, мини-
мизировать отрицательное воздействие на
окружающую природную среду, направ-
вить значительные ресурсы на восстано-
вление разрушенных элементов биосферы.

Для этого нужна новая экономическая,
новая энергетическая, новая экологическая
политика, чтобы государственные рычаги
управления экономикой начали работать
именно в этом направлении. Только тогда
мы начнём постепенно уменьшать этот
тяжелейший техногенный пресс на нашу
прекрасную украинскую природу, дадим
ей возможность расцвести в полную силу
и приносить нам истинные дары.

Но в современных условиях это зависит
не только от государства, может быть да-
же в большей мере не от государства. Ведь
подавляющая часть промышленных пред-
приятий всех отраслей промышленности
находится в частных руках.

На мой взгляд, хозяевам и руководи-
телям крупных промышленных предприятий
надо в корне изменить отношение к по-
треблению сырьевых и энергетических
ресурсов. Мой не малый опыт экологиче-
ского и энергетического аудитора, убедил
меня, что на каждом нашем предприятии
есть огромные резервы для минимизации
потребления сырьевых и энергетических
ресурсов, минимизации отходов, сбросов и
выбросов. Я очень надеюсь, что повыше-
ние цен на газ и надвигающийся энергети-
ческий кризис заставит их сделать это.

Ведь удельные энергозатраты в наших
основных отраслях промышленности в 3-4
раза выше, чем в развитых странах, а по
ряду отраслей так и в 8-10 раз. А это пря-

мым образом связано с выбросами, сбро-
сами и образованием отходов, где удель-
ные показатели имеют такое же соотно-
шение, как и энергозатраты.

Необходимо на государственном уров-
не обязать каждое мало-мальски значимое
предприятие провести комплексный энер-
гетический и экологический аудиты с по-
мощью сторонних специализированных
организаций, разработать реальные, а не
бумажные программы по ресурсоэнергос-
бережению и охране окружающей при-
родной среды. Такую же работу необхо-
димо провести и в коммунальном секторе,
в каждом посёлке, каждом большом и ма-
лом городе.

Многое зависит от того, как быстро бу-
дут разработаны и приняты необходимые
законы и подзаконные акты, созданы не-
обходимые стимулирующие и обязываю-
щие условия для ресурсоэнергосбереже-
ния. А это уже зависит от руководителей
высшего уровня. Здесь не надо ничего
изобретать заново. Когда в середине 60-х
годов США и Европе грозил энергетиче-
ский кризис, а значит и экономический
спад, то именно государственная политика
играла первую скрипку в решении про-
блемы энергосбережения. В результате,
всего за десять лет рост валового внутрен-
него продукта в США увеличился почти в
два раза, а энергопотребление не только не
осталось на том же уровне, но и уменьши-
лось, почти вдвое. Экономические и фис-
кальные рычаги хорошо известны. Надо
только умело ими пользоваться.

Но есть ещё и другой рычаг выхода из
энергетического, а значит и из экономиче-
ского, кризиса – это организация мощного
общественного движения, в котором каж-
дый его участник чётко представляет себе,
что от его личной позиции, от его личного
участия в решении проблем выхода из
кризиса зависит общий результат. У нас в
Украине, в первую очередь в промышлен-
ных областях, ещё сохранился достаточно
мощный научно-технический потенциал в
многочисленных НИИ и ВУЗах, который
может не только провести глубокий ана-
лиз деятельности любого предприятия, его
экономической, энергетической, экологи-

ческой составляющей, но и предложить целый ряд эффективных решений для преодоления кризиса.

Такая общественная организация «Энергетический Альянс» уже создана. Её цель – всеми силами и средствами содействовать выходу Украины из энергетического кризиса путём внедрения самых эффективных достижений отечественной и мировой науки и техники в области минимизации потребления энергоресурсов и энергосбережения.

Главной задачей **Энергетического Альянса** является объединение потребителей энергоресурсов и производителей энергосберегающего оборудования и техники, учёных и специалистов, работающих в области энергосбережения для оперативного решения своих задач в области энергосбережения, исключив любые посреднические структуры.

Это общественное движение позволит каждому из его членов создавать и пользоваться общим объединённым знанием и опытом, быстро и эффективно, общими усилиями разрабатывать и внедрять но-

вейшие разработки, находить эффективных партнёров и необходимые ресурсы, в том числе и финансовые, для реализации своих проектов в области повышения энергоэффективности производства и сбережения энергоресурсов.

Это будет истинно разумная деятельность, направленная на сохранение природных ресурсов, минимизации техногенного пресса на окружающую среду, улучшение условий жизнедеятельности населения Украины.

Инициативная группа начала работу над Энергетической Хартией Украины, как политическом документе большой нравственной силы. Чем больше людей, от простых граждан до чиновников всех уровней, до руководителей больших и малых предприятий и организаций проникнутся идеями Энергетической Хартии Украины, тем быстрее мы создадим реальные условия для выхода Украины из экологического, энергетического и экономического кризисов, ее процветания и длительного устойчивого эколого-экономического сбалансированного развития.

G.G. Shmatkov

**SOME THOUGHTS OF MORALITY
IN ATTITUDE TOWARDS NATURE
ENVIRONMENT**

Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipropetrovsk

Article reviews some aspects of morality within relations of human and nature. Ways of county dealing with environment, energetic and economy crisis are shown, as well as its prosperity and long-lasting sustainable environmental and economical development.

Надійшла до редколегії 30 жовтня 2008 р.

Рекомендовано членом редколегії член-кор. НАН України А.Г. Шапарем

УДК 379.85:712.23:332.32

*А.Г. Шапар, О.О. Скрипник,
С.М. Сметана*

ЕКОМЕРЕЖА ЯК ТЕРИТОРІАЛЬНА ОСНОВА РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Обґрунтовано можливість використання територій екологічної мережі як основи для розвитку екологічного туризму. Підтверджений просторовий збіг екотуристичних маршрутів з екокоридорами. Запропоновано новий напрямок розвитку екотуризму на землях техногенних ландшафтних заказників.

Обоснована возможность использования территорий экологической сети как основы для развития экологического туризма. Подтверждено пространственное совпадение экотуристических маршрутов с экокоридорами. Предложено новое направление развития экотуризма на землях техногенных ландшафтных заказников.

Вступ

Збереження біорізноманіття сьогодні досягається шляхом створення екологічної мережі. Але, обмеження при формуванні екологічної мережі жорсткими заходами охорони, виключення будь-якої господарської діяльності не дозволяє вирішувати завдання активізації відновлення порушених земель, благоустрою, озеленення, акумулювати фінансові ресурси для природоохоронних заходів.

В сучасному суспільстві виникає необхідність задоволення численних соціальних потреб мешканців (освіта, туризм, рекреація та інші). Дефіцит вільних територій вимагає організації поліфункціонального землекористування. Поруч з ділянками повної заповідності існують буферні, перехідні зони, де можна і треба розвивати діяльність, яка не шкодить основній меті збереження біорізноманіття. Найбільшою мірою гармонізації відношень природи і людини сприяє туризм, особливо, сучасна його гілка - екотуризм. Основними джерелами живлення такої діяльності є біорізноманіття, чисті повітря, води, землі. Таким чином, виникає мотивація збереження довкілля та відродження земель в процесі використання. В той же час, екотуризм сприяє вирішенню завдань просвіти та виховання, що є дуже важливим при досягненні стандартів сталого розвитку територій. В такий спосіб можна залучити до благородної справи досить широкі верстви населення, особливо молоді.

Туризм в більшості європейських країн являє собою потужну галузь економіки, динамічно він розвивається і в Україні. Відповідно до Закону України від 15.09.1995 №324/95-ВР "Про туризм", Указів Президента України від 10.08.199 № 973/99 "Про Основні напрями розвитку туризму в Україні до 2010 року" від 24.10.2007 № 1005/2007 „Про деякі питання підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу” формується правове забезпечення процесу. Особливого значення набуває розвиток туризму напередодні проведення „Євро -2012”.

Туризм є наукоємною галуззю, його розвиток залежить від рівня наукових досліджень рекреаційно-туристичних ресурсів, що лежать в основі інформаційного забезпечення. Одною з складових туристичних ресурсів є стан навколишнього середовища, екологічної безпеки території [1-3]. Наукове обґрунтування формування територіальної структури, використання об'єктів природно-заповідного фонду для рекреації та туризму розробляється в основному для територій Криму та Карпат [4-7].

Особливо потребує розвитку туризму наша область, яка завжди вважалася індустріальною. Разом з тим, вона має величезну історичну, геологічну, природну спадщину, яка досліджена недостатньо в напрямку можливості використання в якості туристичних ресурсів.

Стратегія і тактика сталого розвитку техногенно навантажених регіонів [8,9], що впродовж багатьох років розробляється в

інституті, передбачає розвиток місцевого туризму. Питання територіального розташування маршрутів екотуризму, його ресурсної

бази, зв'язку з територіальними системами охорони довкілля до цього часу не отримало належного наукового обґрунтування.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень служила територія Дніпропетровської області, природно-заповідний фонд, природні екосистеми та вторинні екосистеми техногенного походження. Плановою основою служили топографічні карти, аеро- та космічні знімки, ґрунтові та геоботанічні карти М 1: 10000,

1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000. Дешифрування виконувалось методом візуальної оцінки упорядкування природних об'єктів. Для аналізу території застосовувались порівняльно-географічні, історичні, якісно-генетичні, статистико-картометричні [10], екосистемологічні методи [11].

Основні результати та їх обговорення

Загальні засади забезпечення ресурсного потенціалу екотуризму. Самовиникнення такого виду відпочинку свідчить про те, що в суспільній свідомості вже сформувалася потреба в гармонізації відносин людини та природи. Процес створення образу екотуризму не можна вважати завершеним, особливо ясно виявляється необхідність визначення його загальних засад. Екотуризм являє собою складне явище, яке включає філософські, дидактичні, естетичні, організаційні, інформаційні, ресурсні, технічні аспекти. Їх принципово можна розділити на гуманітарні та природничі.

Основою екологічного туризму є територія. Вона забезпечує наступні основні функції екотуризму:

- переміщення від одного об'єкту до іншого з пізнавальною метою;
- різноманіття об'єктів для досліджень, спостережень, знайомства;
- збереження функціонування природних екосистем;
- забезпечення умов життєдіяльності суб'єкту, яким є людина.

Таким чином, ресурсну базу екотуризму можна представити в вигляді територіально-функціональної системи. Її елементи розділяються на природні та інфраструктурні. Перші потребують збереження, другі є джерелом небезпечного впливу на перших. Природними підсистемами слугують екосистеми, інфраструктурними – транспортні системи та сфера послуг.

Зовнішнім для територіально-функціональної системи екотуризму є навколишнє середовище регіону, яке може бути причиною створення екологічної небезпеки, має в своєму складі сховища відходів, шкідливі

виробництва та інші. Оцінка їх впливу виконується через відповідні показники екологічної безпеки регіону [12].

Головними природними ресурсними елементами є ландшафтне (L), видове (V) та екосистемне (E) різноманіття. За визначенням їх споживання повинно бути безвитратним: $L = \text{const}$; $V = \text{const}$; $E = \text{const}$; Це можливо тільки на територіях з обмеженням господарчої діяльності: об'єктах природно-заповідного фонду, екологічної мережі, охоронних зон.

Використання територіально-функціональної системи екомережі для формування екотуристичних маршрутів. Пан'європейська система ECONET передбачає сталий розвиток територій екологічної мережі. Особливо перспективним є використання їх для організації туризму. Безперервний екологічний простір мережі, який забезпечує безперешкодне переміщення живих організмів, може бути використаний для переміщення людини з пізнавальною метою. Особливу ефективність набуває використання екомережі для організації екологічного туризму, який передбачає свідоме ставлення туристів до природи, збереження біотичного різноманіття.

Ландшафтне та біотичне різноманіття разом зі своєю генетичною унікальністю, має естетичну цінність, пізнавальний зміст і виховну роль. Мобілізація їх для вирішення соціальних задач здійснюється під час прямого спілкування людини і природи через екотуристичні подорожі та екскурсії.

Екотуристичні маршрути зазвичай тяжіють до об'єктів гідрографічної мережі. Річки дозволяють забезпечувати побутові та рекреаційні потреби туристів. До того ж, в долинах річок концентруються тварини рос-

лини, їх видове різноманіття. Тут складаються найкращі умови для фотозйомки, наукових досліджень, аматорських спостережень за птахами, рибами, земноводними, плазунами, ссавцями. Таке розташування маршрутів екотуризму збігається просторово з екокоридорами, основні принципи розташування яких були визначені раніше [13].

Аналіз розташування екокоридорів екологічної мережі Дніпропетровської області [14] та екологічних маршрутів [15] свідчить про те ж саме (таблиця, рисунок). Перспективними для створення на їх основі екотуристичних маршрутів є Вовчанський, Самотканський, Домотканський, Кам'янсько-Базавлуцький та інші екокоридори.

Таблиця – Відповідність екокоридорів та екотуристичних маршрутів

№ по рисунку	Назва екокоридору	Назва екотуристичного маршруту	Перелік ключових територій (ядер), які є ресурсною базою екологічного туризму
1	Орільський	«Водний вояж Приоріллям»	Дніпровсько-Орільський ПЗ; ЗУ Гора Калитва; ДПП Урочище Лелія; МЗ Озеро Довге; МЗ Шандрівський; ДЗ Приорільський; НП Приорільський.
2	Самарський	«Мандри по Присамар'ю заповідному»	ДЗ Петропавлівські лимани; ДЗ Мар'їн Гай; МЗ Булахівський лиман; Василівська колонія сірих чапелів; ДЗ Солоний лиман; ДЗ Комарівщина; МЗ Новостепанівський; ДЗ Балка Бандурка; МЗ Новоселівський лиман
3	Інгулецький	Відродженими землями гірничодобувних підприємств	МЗ Візирка; ДПП Скелі МОДР; ДЗ Інгулецький степ
4	Саксаганський	За природними скарбами міста Кривого Рогу	ДЗ Балка Північна червона; БС Криворізький ботанічний сад НАН України; ДЗ Грушуватський; ДЗ Комісарівський
5	Солоно-Базавлуцький	Відродженими землями гірничодобувних підприємств	ДЗ Богданівський; МЗ Заплава р. Базавлук; ПСПМ Орджонікідзевська зона відпочинку
I	Дніпровський	Об'єднаний природничий по м. Дніпропетровську	Дніпровсько-Орільський ПЗ; ДЗ Урочище Яцево; РЛП Придніпровський; МЗ Балка Велика Осокорівка; МЗ Балка Ворона

Примітка. В таблиці використані наступні скорочення: ПЗ – природний заповідник. ДЗ державний заказник, ДПП – державна пам'ятка природи; МЗ – місцевий заказник; БС – ботанічний сад; ЗУ – заповідне урочище; НП – національний парк; РЛП – регіональний ландшафтний парк.

Визначення просторового розташування екотуристичних маршрутів дозволяє удосконалювати туристичну інфраструктуру, планувати будівництво автодоріг, облаштування короткострокових, довгострокових зупинок, місць ночівлі та пунктів харчування, прокату туристичного обладнання.

Потребує удосконалення і природна складова екотуристичних ресурсів. Збільшення площі зелених насаджень, штучне розведення тварин, особливо, рідкісних птахів (дрохва, фазан, перепел), створення нових заказників сприяє розвитку екологічного туризму.

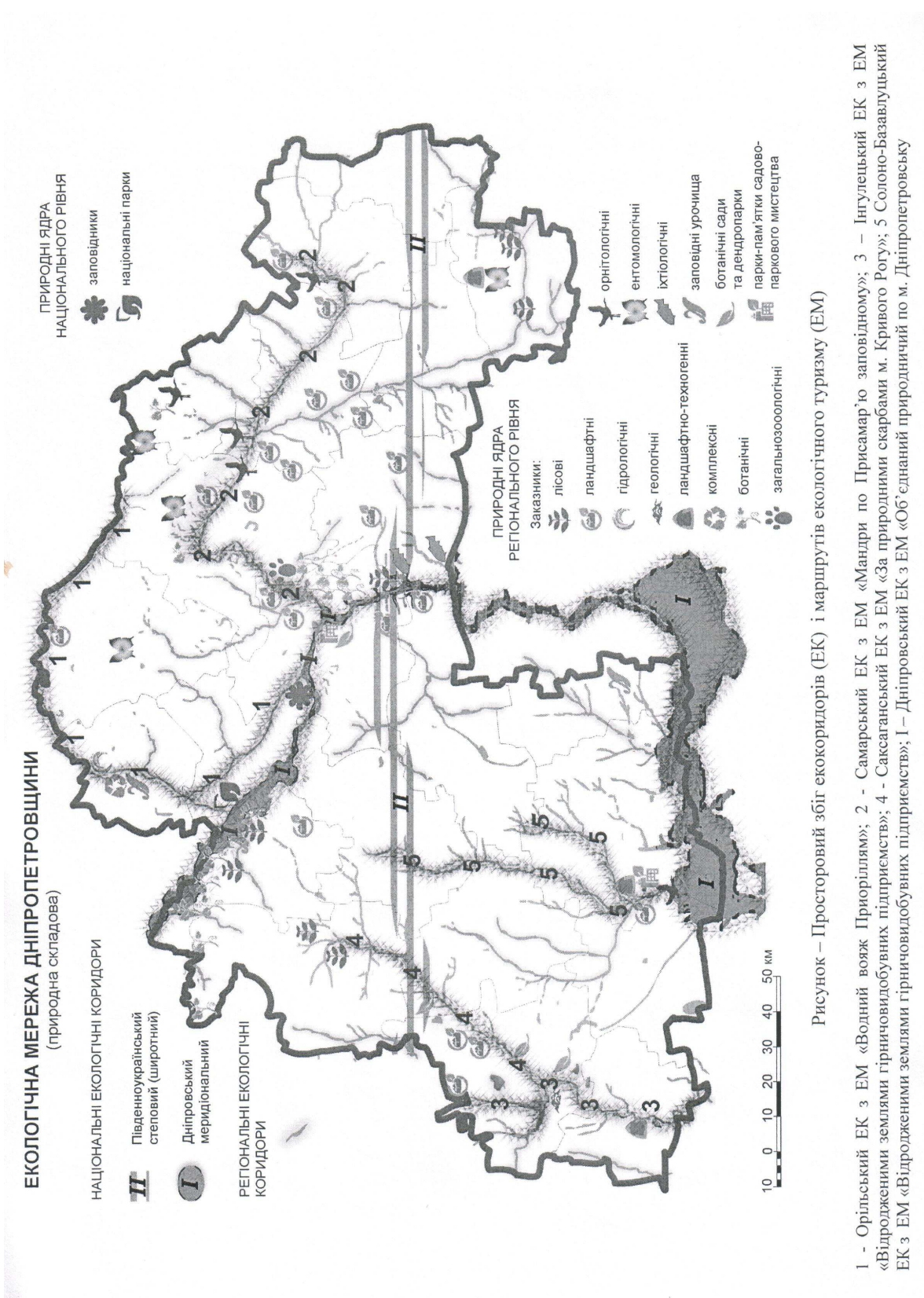


Рисунок – Просторовий збіг екокоридорів (ЕК) і маршрутів екологічного туризму (ЕМ)

1 - Орільський ЕК з ЕМ «Водний вояж Приоріллям»; 2 - Самарський ЕК з ЕМ «Мандри по Присамар'ю заповідному»; 3 - Інгулецький ЕК з ЕМ «Відродженнями землями гірничовидобувних підприємств»; 4 - Саксаганський ЕК з ЕМ «За природними скарбами м. Кривого Рогу»; 5 Солонно-Базавлуцький ЕК з ЕМ «Відродженнями землями гірничовидобувних підприємств»; I – Дніпровський ЕК з ЕМ «Об'єднаний природничий по м. Дніпропетровську»

Перспективним напрямком збагачення тематики екологічного туризму може бути організація відвідин техногенних ландшафтних заказників, створених на порушених гірничими роботами землях. Зазвичай на них спостерігається унікальні за різноманітністю ландшафти, які прикрашають різноманітні відслонення гірських порід. На відпрацьованих відвалах туристів особливо приваблюють рештки викопних організмів, які існували на Землі мільйони років тому, рідкісні мінерали, а іноді, самоцвіти. Тут відновлюється оригінальна вторинна флора і фауна, які часто включають рідкісні види, особливо тваринні.

В таких заказниках туристи можуть ознайомитись з особливостями технології вико-

нання видобувних робіт, перенестись в давно минулі геологічні епохи. Тут зазвичай мають значні можливості розвитку інфраструктури, благоустрою та озеленення. Деякі з таких вторинних територій перетворені наполегливою працею на дендропарки («Сакагань»).

Отже, розвиток екотуризму на Дніпропетровщині безпосередньо зв'язаний з подальшим формуванням екомережі. Кожний новий елемент екомережі збільшує природно-ресурсний потенціал екотуризму, створює нові передумови розширення маршрутно-базисної бази. Залучення до екотуристичних маршрутів об'єктів історичної спадщини створює додаткові можливості для патріотичного виховання молоді.

Висновки

1. Безперервний екологічний простір екологічної мережі може використовуватись для розвитку екологічного туризму, що в цілому забезпечить сталий розвиток територій.
2. Екологічні маршрути в основному просторово збігаються з екологічними коридорами.
3. Дуже перспективним є використання техногенних ландшафтних заказників для організації екотуристичних маршрутів.

Перелік посилань

1. Ветрова Н.М. Экологическая безопасность рекреационного региона. - Симферополь: РИО НАПКС, 2006. – 297 с.
2. Ветрова Н.М. Концептуальні основи розробки стратегії розвитку рекреаційного регіону з врахуванням екологічної складової // Экономика и управление . – 2005. - №4 - 5. С. 87-90.
3. Ветрова Н.М. Системно-целевой и функционально-технический подходы экологического менеджмента для рекреационных территорий // Строительство и техногенная безопасность. Сб. научн. тр. – Симферополь: РИО НАПКС, 2005. – Вып. 12. – С. 129-133.
4. Глядіна М.В. Формування та реалізація регіональної політики розвитку рекреаційної сфери.- Автореф. дис. канд. екон. наук: 08.10.01 / М.В. Глядіна; НАН України. Ін-т регіон. дослідж. — Львів, 2006. — 20 с.
5. Кифяк В.Ф. Організація та розвиток міжнародного туризму в Україні (регіональні аспекти): Дис. канд. екон. наук: 08.10.01 / Чернівецький держ. ун-т ім. Ю.Федьковича. - Чернівці, 1997. – 169 с.
6. Рожко І.М. Рекреаційна оцінка гірських природно-територіальних комплексів для потреб туризму (на прикладі Українських Карпат): Дис. канд. геогр. наук: 11.00.11 / Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. - Львів, 2000. - 198 с.
7. Шмагіна В.В. Механізми мобілізації природно-ресурсного потенціала розвитку рекреації і туризму (на прикладі Українського Причорномор'я): Дис. канд. екон. наук: 08.08.01 / НАН України; Інститут проблем ринка і економіко-екологічних досліджень. - Одеса, 2000. - 195 с.
8. Шапар А.Г., Копач П.І., Ємець М.А., Тяпкін О.К., Хазан В.Б. Концептуальні положення розробки регіональних стратегій сталого розвитку, їх структури та принципів. // Зб. Наукових праць „Екологія і природокористування”, ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ, 2002. - Вип. 4. - С. 7-94.
9. Стратегія і тактика сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач, О.К. Тяпкін, В.Б. Хазан - Дніпропетровськ: Моноліт. - 2004. - 313 с.
10. Фридланд В.М. Структура почвенного покрива - М.: Мысль. – 1972. – 423 с.
11. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів: Поллі. – 2000. -316 с.

12. Ветрова Н.М. Управління екологічною безпекою рекреаційного регіону. Автореф. дис. докт.техн. наук 21.06.01 / Національна академія природоохоронного та курортного будівництва. - Сімферополь - 2008. – 36 с.

13. Шапарь А.Г., Скрипник О.А. Ландшафтно-гидрогеографические подходы к созданию экологической сети // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. - № 5-6. - С.67-71.

14. Програма формування національної екологічної мережі Дніпропетровської області на 2006-2015 роки. Затверджена постановою Дніпропетровської облради № 768-33/IV. – 48 с.

15. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Сметана С.М. Природні скарби Дніпропетровської області (путівник) – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2008. - 28 с.

**A.G. Shapar, ECONETWORK AS TERRITORIAL BASIS
O.O. Skripnik, S.M. Smetana FOR ECOTOURISM DEVELOPMENT**

*The Institute of Nature Management Problems and Ecology of National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovsk*

The possibility econetwork territories use as basis for ecotourism development. The spatial coincidence of ecotourism with ecocorridors is confirmed in the article. New direction of ecotourism development is offered on lands of industrial landscape reserves.

*Надійшла до редколегії 31 жовтня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд. техн. наук М.А. Ємцем*

УДК 22.3:504.06

*И.А. Краснопольский,
И.Н. Подрезенко,
Л.И. Уварова*

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗМЕНЕНИЙ
ХАРАКТЕРИСТИК ГРАВИТАЦИОННОГО
ПОЛЯ ЗЕМЛИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ
ВЛИЯНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
ПРИРОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ***

*Институт проблем природоокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Представлений варіант обґрунтування схеми ініціації можливого механізму природного формування порушень екологічної рівноваги, заснований на розгляді, разом з іншими чинниками, особливостей впливу гравітаційного поля Землі. Приведена аргументація обґрунтованості передумов розрахункової моделі гравітаційних полів і значущості обліку впливу характеристик і особливостей розподілу сил гравітації, їх «пружності» для імовірнісної оцінки екологічних наслідків. Для підтвердження обґрунтованості і достовірності викладених теоретичних передумов наводяться деякі приклади результатів використання пропонованих розрахункових схем для реальних природних явищ.

Представлен вариант обоснования схемы инициирования возможного механизма природного формирования нарушенных экологического равновесия, основанный на рассмотрении, наряду с другими факторами, особенностей гравитационного поля Земли. Приведена аргументация обоснованности предпосылок расчетной модели в гравитационных полях и значимости учета влияния характеристик и особенностей распределения сил гравитации, их «упругости» для вероятностной оценки экологических последствий. Для подтверждения обоснованности и достоверности изложенных теоретических предпосылок приводятся некоторые примеры результатов использования предлагаемых расчетных схем для реальных природных явлений.

Кризисные ситуации, возникающие в природной среде, зачастую являются непрогнозируемыми и, как следствие, значительными по своим отрицательным последствиям в экономическом, социальном и экологическом аспекте, что сопряжено с возрастающими сложностями для решения приоритетной проблемы мирового сообщества – обеспечения устойчивого развития.

Основной причиной отсутствия в необходимом объеме базы прогнозных оценок кризисов в природе является недостаточная изученность факторов, определяющих механизм их инициирования, т.е. нарушений экологического равновесия.

В то же время изучение системных взаимосвязей состояния природных объектов указывает на приоритетную роль физических полей Земли и околоземного пространства. При этом особую значимость имеет гравитационное поле Земли [1]. Однако недостаточная изученность гравитационных

взаимодействий тел, определяющих равновесие сил гравитации на планете, ограничивает возможности оценки их влияния на инициирование нарушений природного экологического равновесия на различных участках земной поверхности.

Известно, что закономерности изменения гравитационного потенциала (g) сопряжены с воздействием ряда факторов, которые схематично описываются следующим. Во-первых, в пределах Земли существует четкая связь уменьшения ускорения свободного падения тел с увеличением скорости вращения планеты от полюса к экватору. Во-вторых, считается, что основной причиной механических перемещений масс внутри Земли является процесс гравитационного сжатия и теплового расширения тел. Существует мнение [2], что одинаковое число элементарных частиц (протонов, электронов, нейтронов) имеет разную массу в зависимости от их размещения, а, следовательно, и от энергии системы. Когда изменяется

© Краснопольский И.А.,
Подрезенко И.Н., Уварова Л.И., 2008

* В порядке обсуждения

энергия системы, то изменяется притяжение этой массы Землей, т.е. должен изменяться вес системы в зависимости от ее температуры. Специальные исследования по выявлению зависимости постоянной тяготения γ от температуры, проведенные Пойтингом, П. Филлинсом, С.Созернсом, П.Шоу, Н.Деви [2] не обнаружили зависимость силы тяготения от температуры. Приведенные ими результаты являются основанием для более детального рассмотрения. Для этого проведем следующее аналитическое обоснование. При нагревании планеты массой m от температуры T_1 , до температуры T_2 ($T_2 \gg T_1$) ее объем возрастет на величину ΔV , а следовательно и радиус планеты увеличится от R_1 до R_2 , и $R_2 > R_1$.

Очевидно, что на участках планеты, где сформирован направленный от центра тепловой поток, ускорение свободного падения должно уменьшаться. Действительно, по данным геолого-геофизических исследова-

ний [3-5], как в океанах, так и на континентах в местах увеличения значений плотности теплового потока (например, рифтовые зоны, геоантиклиналы, места проявления землетрясений и вулканизма) происходит уменьшение гравитационного потенциала.

Возможно, что существуют силы, кроме электромагнитных сил и сильных и слабых взаимодействий, противодействующие давлению массы планеты на ее центр.

Изменение гравитационного поля Земли (g) вызвано двумя основными факторами: вращением Земли и тепловым потоком от ее центра, определяющим изменение плотности вещества на конкретном участке планеты. Внутри Земли тоже существует гравитационное поле, характеризующееся вектором ускорения, возникающего под действием сил тяжести. По данным А.Дзевоньского и Д.Андерсона [6] зависимость этого вектора ускорения от расстояния до центра Земли имеет вид, показанный на рисунке 1.

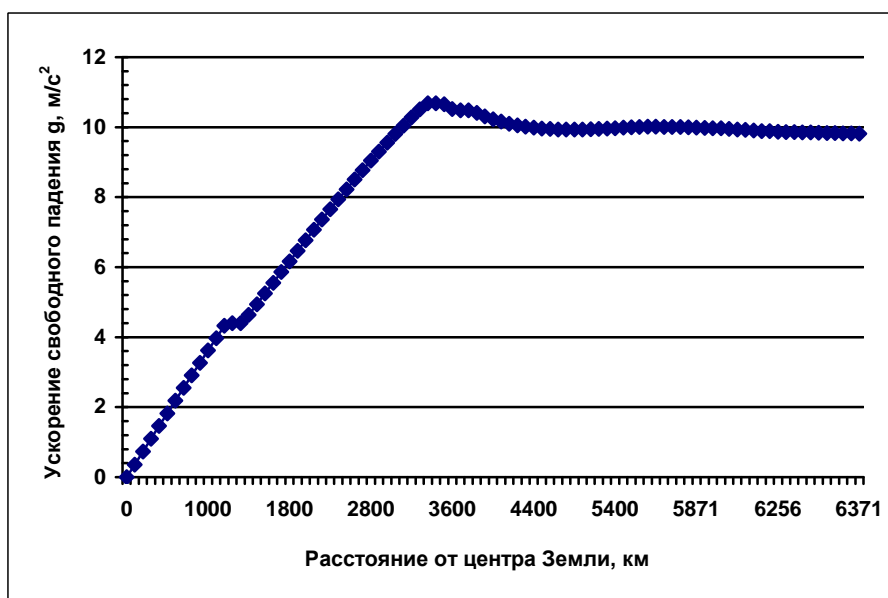


Рисунок 1 - Изменение ускорения свободного падения g внутри Земли

Земля является телом с массой m , которое находится в гравитационном поле с вектором ускорения, возникающим под действием сил тяжести g (ускорение свободного падения).

Для всех тел, находящихся в гравитационном поле сила тяжести равна mg . Тогда сила тяжести земли (F_T) будет равна

$$F_T = m \cdot g .$$

Как мы отметили выше, все силы, уменьшающие потенциал, приведут к уменьшению и силы тяжести тела. Исходя из этого, можно представить, что существует масса покоя тела (m_n) и ускорение свободного падения (g_n), при котором должно выполняться следующее условие

$$\vec{F}_{T.П.} + \sum \vec{F} = \vec{F}_T ,$$

или

$$m_n \cdot g_n - \sum F = m_\partial \cdot g_\partial,$$

где $\vec{F}_{T.П.}$ - сила тяжести покоя; $\sum \vec{F}$ - сумма всех действующих сил, уменьшающая силу тяжести покоя; m_∂ - действующая масса тела; g_∂ - действующий гравитационный потенциал.

Очевидно, что для равновесного состояния планеты, необходимо чтобы результат векторного сложения всех существующих сил был равен нулю.

Любая планета обладает своим гравитационным полем, которое стремится сжать ее к центру. Уравновешивающими силами являются упругие силы, возникающие в теле планеты. Результирующий вектор этих сил назовем силой гравитационной упругости ($\vec{F}_{э.у.}$) [7]. Тогда

$$\vec{F}_T + \vec{F}_{э.у.} = 0. \quad (1)$$

В центре планеты гравитационный потенциал (g) также равен нулю. По аналогии с силой Гука запишем:

$$F_{э.у.} = K_{э.жс.} \cdot R,$$

где $K_{э.жс.}$ - гравитационная жесткость планеты, R - радиус планеты.

Величина гравитационной жесткости планеты связана с ее плотностью следующим соотношением

$$K_{э.жс.} = \frac{4}{3} \pi R^2 \cdot g \rho, \quad (2)$$

где ρ - средняя плотность планеты.

Для определения количественных значений состояния среды и, в частности, ее колебаний можно использовать величину частоты гравитационной волны планеты:

$$w = \sqrt{\frac{K_{э.жс.}}{m}}. \quad (3)$$

Скорость гравитационной волны равна:

$$V_1 = \omega R. \quad (4)$$

Длина гравитационной волны λ_{1n} , скорость гравитационной волны V_1 и период ее колебаний связаны соотношением

$$\lambda_{1n} = v_{1n} T = 2\pi R.$$

Для определения значения скорости гравитационной волны пришедшей от Солнца к планете (V_3) можно использовать выражение:

$$V_3 = \sqrt{2} \vartheta_{об}, \quad (5)$$

где $\vartheta_{об}$ - скорость оборота планеты вокруг Солнца.

Для определения угла преломления гравитационной волны применим соотношение:

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{V_3}{V_1} = n, \quad (6)$$

где β - угол падения гравитационной волны, α - угол преломления гравитационной волны.

Угол предельного отражения α_2 определяется по формуле:

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{1}{n}. \quad (7)$$

Примером использования предлагаемой расчетной схемы может служить определение воздействия гравитационных полей Луны и Солнца на различные среды планеты Земли.

Для водной среды максимальное воздействия происходит в момент кульминации Луны. Угол z между вертикалью (направлением в зенит) и направлением на Луну (кульминация Луны над высокой полной водой (ВПВ)), исходя из новых представлений, рассчитываем по формуле:

$$Z = \omega_1 \cdot \frac{r_{3-Л.}}{\vartheta_{об}},$$

где ω_1 - угловая скорость вращения Земли; $r_{3-Л.}$ - расстояние от Земли до Луны.

Тогда на экваторе для средних значений:

$$\omega_1 = 7,2921 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}; r_{3-Л.} = 384,401 \cdot 10^6 \text{ м};$$

$$\vartheta_{об} = 29,765 \cdot 10^3 \text{ м/с},$$

получим: $Z = 0,9417 \text{ рад} = 53,96^\circ$.

Для сравнения отметим, что, например, исходя из статической теории прилива, Z - угловое расстояние от оси, соединяющей центр Земли с центром возмущающего тела, вызванного лунно-солнечным притяжением, составляет 54° [3]. Очевидно, что угол будет меняться в зависимости от скорости оборота Земли вокруг Солнца и расстоянии ее до Луны.

Данные с достаточной точностью подтверждают достоверность расчетных значений.

Для планеты Земля, согласно (3) и (4), $V_1 = 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ и $V_3 = 42,1 \cdot 10^3 \text{ м/с}$. Тогда показатель преломления будет равен

$n = \frac{V_3}{V_1} = 5,3291$, а угол преломления (6)

составит $\alpha = 10,816^\circ$.

Возникновение низкой полной воды возможно только при полном отражении гравитационной волны на противоположной сто-

роне поверхности Земли. Поэтому интересующий нас угол будет равен предельному углу (α_2) полного отражения (7):

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{1}{n} = 10,816^\circ.$$

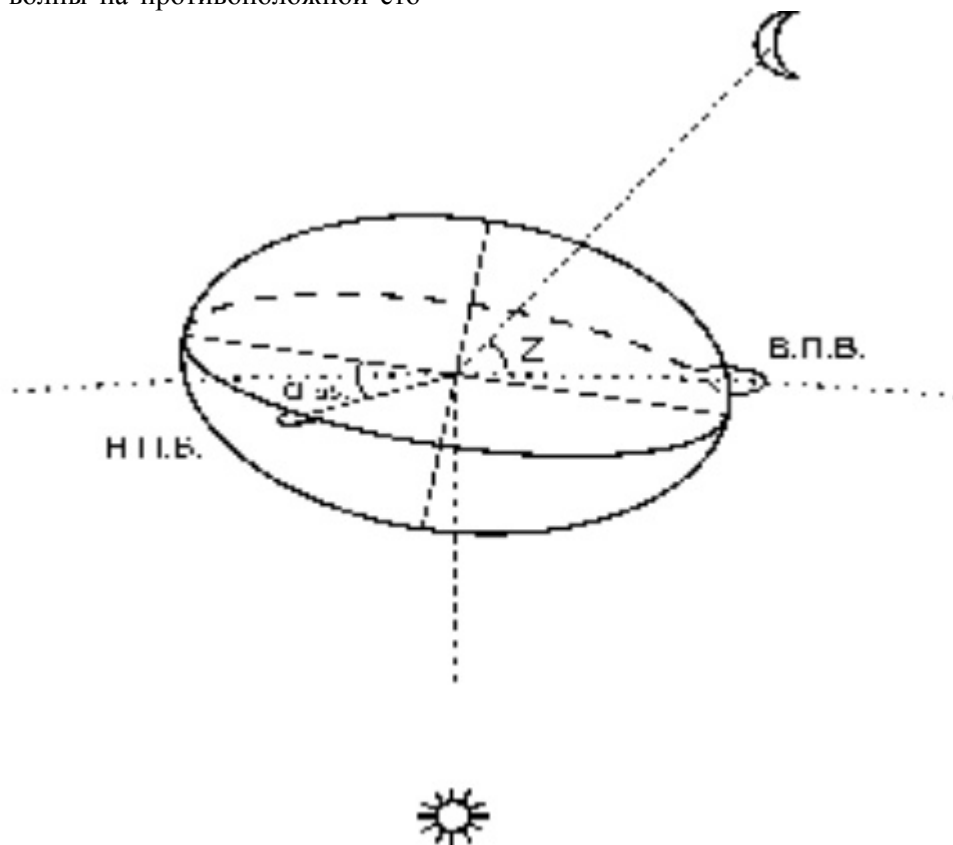


Рисунок 2 - Принципиальная схема сил гравитационного воздействия Луны и Солнца на приливы Земли

Угол отклонения низкой полной воды (НПВ) от прямой, проходящей от высокой полной воды через центр планеты к ее противоположной стороне (рисунок 2), происходит только за счет предельного угла полного отражения и, в результате того, что за время прохождения волны (t) через центр планеты к ее обратной стороне Земля делает поворот на угол α :

$$\alpha_1 = t \cdot \omega_1 = \frac{2R}{V_1} \cdot \omega_1 = 0,1177 \text{ рад} = 6,747^\circ.$$

Общий угол ($\alpha_{об}$) отклонения низкой полной воды на обратной стороне Земли, исходя из гравитационной природы образования приливов, составит

$$\alpha_{об} = \alpha_1 + \alpha_2 = 17,56^\circ.$$

Рассмотрим этот угол отклонения низкой полной воды по фактическим данным. Оборот Луны относительно Земли составляет $t_{3-л} = 24,82$ часа. Такой же промежуток времени $t_{В-В} = 24,82$ часа составляет и наступление в одной и той же точке экваториальной области планеты повторение высокой полной воды [9-11]. Промежуток времени между высокой полной водой и низкой полной водой составляет $t_{В-Н} = 11,24$ часа, а между низкой полной водой и высокой полной водой $t_{Н-В} = 13,58$ часа.

Средний промежуток времени (t_{cp}) равен:

$$t_{cp} = \frac{t_{3-л}}{2} = \frac{t_{В-В}}{2} = 12,41 \text{ часа.}$$

Отклонение промежутка времени t_{B-H} и t_{H-B} от среднего значения t_{cp} составляет $\Delta t = 1,17$ часа.

Таким образом, считаем, что за время Δt Земля сделает поворот вокруг своей оси на угол $\alpha_{об}$.

Т.к. Земля делает поворот на 1° за $t_1 = 4$ мин, определим данный угол по факту отклонения низкой полной воды на обратной стороне Земли

$$\alpha_{об} = \frac{1,17 \cdot 60 \text{ мин}}{4 \frac{\text{мин}}{\text{град}}} = 17,55^\circ.$$

Высота прилива низкой полной воды почти в два раза меньше высоты прилива высокой полной воды. Объясняется это тем, что часть энергии упругой волны, вызванной гравитационным притяжением Луны поглощается телом Земли, а остальная энергия волны приводит к образованию прилива низкой полной воды.

Рассмотрим уравнение (1) для определения вертикального движения земных оболочек под воздействием притяжения Луны и Солнца:

$$\begin{aligned} \vec{F}_T + \vec{F}_{з.у.} &= 0; \\ F_{1з.у.} &= k_g \cdot h; \\ F_{2T} &= m_3 \cdot a. \end{aligned}$$

Исходя из равенства сил получим:

$$\begin{aligned} k_g \cdot h &= m_3 \cdot a, \\ h &= \frac{m_3 a}{k_g}, \end{aligned} \quad (4)$$

где k_g - гравитационная жесткость вещества; a - ускорение вызванное Луной ($a_L = 5,7 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}^2$) и Солнцем ($a_C = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}^2$), взятые из источника [8]; h - высота прилива (поднятия) над средним уровнем.

Значение гравитационной жесткости Земли находим из уравнения (2), исходя из того, что масса Земли (m_3) равна $5,975 \cdot 10^{24}$ кг; ускорение свободного падения на экваторе (g_3) равна $9,78 \text{ м/с}^2$; радиус экватора равен $6,378 \cdot 10^6 \text{ м}$; средняя плотность планеты (ρ) равна $5,52 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ получаем $K_{з.ж.} = 9,16 \cdot 10^{18} \text{ кг/с}^2$.

Для примера найдем высоту поднятия в экваториальной части Земли над средним уровнем для гранитов, океанической воды и воздуха, соответственно, с плотностью

$\rho_{гр.} = 2,65 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{воды} = 1,021 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_{воздуха} = 1,29 \text{ кг/м}^3$ в сизигии и квадратуры приливов.

Для сизигии $a = a_L + a_C = 8,4 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}^2$ и квадратуры $a = a_L - a_C = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}^2$. Гравитационная жесткость веществ равна:

$$k_{з.ж.} = \frac{4}{3} \pi R^2 \cdot g_{РВ}.$$

Тогда, гравитационная жесткость гранита, воды и воздуха будет равна: $k_{гр} = 4,4 \cdot 10^{18} \text{ кг/с}^2$, $k_{воды} = 1,69 \cdot 10^{18} \text{ кг/с}^2$ и $k_{воздуха} = 2,14 \cdot 10^{15} \text{ кг/с}^2$.

Применив уравнение (4), определим высоту приливов над средним уровнем в сизигии и квадратуры, соответственно:

$h_{гр} = 1,14 \text{ м}$ и $0,41 \text{ м}$; $h_{воды} = 2,97 \text{ м}$ и $1,06 \text{ м}$; $h_{воздуха} = 2345,33 \text{ м}$ и $837,62 \text{ м}$.

Известно, что взаиморасположение астрофизических тел определяет не только приливное движение разных геосфер, а и их резонансы. То есть, при определенном взаиморасположении небесных тел при условии совпадения частот гравитационных колебаний могут возникать резонансные явления, проявляющиеся в многократном увеличении энергии гравитационных волн планет и Солнца, что приводит к провоцированию землетрясений, ураганов и др.

Для методологического обоснования метода расчета резонансных явлений выдвигается гипотеза о «гравитационной» упругости небесных тел.

Основными расчетными величинами для создания основ прогнозирования координат и времени формирования экологического кризиса являются:

- скорости гравитационных волн, их длины и частоты;
- углы преломления и предельного отражения гравитационной волны;
- высота прилива.

Использование данного методологического подхода может быть основой для использования в реальных условиях прогнозирования и оценки геологических явлений в заданных регионах.

Достоверность предлагаемого подхода подтверждается, на наш взгляд, результатами экспериментов, проведенных, в частности, в Западном Донбассе и Южном регионе Украины [12,13].

Перечень ссылок

1. Вернадский В.И. Научная мысль и планетарное явление. – М.: Недра, 1991. – 271 с.
2. Сагитов М.У. Постоянная тяготения и масса Земли. – М.: Наука, 1989. – 188 с.
3. Глико А.О., Ровенских О.Н. Уточнение литосферы в условиях интенсивного прогресса и механизм образования новейших поднятий // Неотектоника и современная динамика литосферы. – Таллин: АН ЭССР, 1982. - Том 1. – С. 28-29.
4. Гофштейн І.Д., Сомов В.І., Кузнецова В.Г. Вивчення сучасних рухів земної кори в Карпатах. – Київ.: Наукова думка, 1971. – 127 с.
5. Чуйкова Н.А., Насонова Л.П., Максимова Т.Г. Аномалии внутреннего гравитационного поля в коре и верхней мантии Земли // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. - 2006. - № 4. - С. 48-56.
6. Dziewonski A.M., Anderson Don L., Structure, elastic and density of the earth's interior, gravity and pressure. In Sandlot. - Bornstein, New Series, Springer Verlag, Heidelberg, 1984. - P. 84-96.
7. Подрезенко И.Н. Природа формирования силы гравитационной упругости как фактора определяющего экологию земных оболочек // Матеріали четвертої Міжнародної науково-практ. конфер. „Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів”; ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 82-84.
8. П. Мельхиор. Земные приливы. – М.: Мир, 1968. – 482 с.
9. Иванов В.А., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Основы океанологии. – Севастополь: НПЦ ЭКОСИ. – Гидрофизика, 2005. – 446 с.
10. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: Высшая школа, 1991. – 368 с.
11. Максимов И.В., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Океан и космос. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 216 с.
12. Подрезенко И.Н., Сердюк Я.Я. Применение гипотезы о проявлении сил гравитационной упругости при решении геоэкологических задач (на примере Западного Донбасса) // Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ, 2007. - Вип. 10. - С. 179 -182.
13. Собакарь Г.Т., Сомов В.И., Кузнецова В.Г. Современная динамика и структура земной коры Карпат и прилегающих территорий. – Киев: Наукова думка, 1975. - 127 с.

*I.A. Krasnopolsky,
I.H. Podrezenko, L.I. Uvarova*

ABOUT FEATURES OF CHANGES OF THE CHARACTERISTICS OF A GRAVITATIONAL FIELD OF GROUND AND OPPORTUNITY OF THEIR INFLUENCE ON STABILITY OF NATURAL ECOLOGICAL SYSTEMS

Institute of Problems on Nature Management and Ecology of National Academy of Science of Ukraine, Dnipropetrovsk

The variant of a substantiation of the circuit of initiation of the possible mechanism of natural formation of infringements of ecological balance based on consideration, alongside with other factors, features of influence of a gravitational field of the Earth is submitted. The argument of validity of the preconditions of settlement model of gravitational fields and importance of the account of influence of the characteristics and features of distribution of forces of gravitation, their "elasticity" for вероятностной of a rating of ecological consequences is given. For acknowledgement of validity and reliability of the stated theoretical preconditions some examples of results of use of the offered settlement circuits for the real natural phenomena are resulted.

*Надійшла до редколегії 20 жовтня 2008 р.
Рекомендовано членом редколегії канд.геол.-мін.наук О.К. Тяпкіним*

ЧАСТИНА 2. ПРИРОДНОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРИТОРІЙ ТА ЙОГО РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ

УДК 504:349.417

С.М. Сметана

**ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ
ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ
ГІРНИЧОДОБУВНИХ РЕГІОНІВ ***

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Побудова екологічної мережі в промислових регіонах України вимагає розробки критеріїв та методології оцінки придатності територій для потреб збереження, відновлення та підтримання біорізноманіття. Розроблена екологічна класифікація техногенних ландшафтів дозволяє прогнозувати розвиток вторинних екосистем та визначити ландшафтне різноманіття територій, порушених гірничими роботами.

Создание экологической сети в промышленных регионах Украины требует разработки критериев и методологии оценки пригодности территорий для потребностей сохранения, восстановления и поддержания биоразнообразия. Разработанная экологическая классификация техногенных ландшафтов позволяет прогнозировать развитие вторичных экосистем и определить ландшафтное разнообразие территорий, нарушенных горными работами.

Постановка проблеми

Україна має потужний гірничодобувний потенціал і займає одне з провідних місць серед європейських країн з видобутку залізних і марганцевих руд, кам'яного та бурого вугілля. Так, обсяг видобутку кам'яного вугілля складає 2 % від світового видобутку, залізних руд – 4%, марганцевих – 10 %, урану, титану, цирконію, германію, графіту – 4%, каоліну – 18%. Запаси корисних копалин та виробничі потужності України дають можливість не тільки забезпечити себе, але й експортувати корисні копалини [1].

Залізорудна промисловість України посідає особливе місце в економічному розвитку країни. Розробляються родовища в Полтавській, Дніпропетровській і Запорізькій областях. Основні корисні копалини, які видобуваються, є багаті мартикові руди в залізістих кварцитах, а також гематитові руди і бурі залізняка. Приблизно 75% залізняка добувається відкритим способом і біля 25% – підземним.

Основним районом залізорудної промисловості є Криворізький залізорудний басейн, який дає понад 90 % видобутку залізної руди. Розробляються як багаті залізні руди, так і бідні магнетитові кварцити, бурі оолітові залізняка. Багаті руди добувають на 16

шахтах ВО “Кривбасруда”, на шахті “Центральна” Інгuleцького ГЗК і шахті “Експлуатаційна” Запорізького залізорудного комбінату. Роботи ведуться на глибині 1000-1300 м, відпрацьовуються майже 190 рудних тіл потужністю від 2 до 180 м [1].

Відкритий видобуток проводиться на кар'єрах Південного ГЗК, Новокриворізького ГЗК, Центрального ГЗК, Північного ГЗК, Інгuleцького ГЗК, Полтавського ГЗК та Камиш-Бурунського залізорудного комбінату. Глибина кар'єрів досягла 320-350 м. Обсяги розкритих робіт 180 млн. м³.

Марганцеворудна промисловість України – найпотужніша в світі. В кінці ХХ ст. країна добувала близько 29% світового обсягу марганцевих руд. Наразі цей показник зменшився до 10% світового. Основною сировинною базою є Нікопольський басейн, де працюють Орджонікідзевський та Марганцевський ГЗК. Нікопольське родовище розробляється відкритим і підземним способами [2].

Під час багатолітньої розробки родовищ корисних копалин утворились специфічні техногенні ландшафти, рекультивация яких ускладнена у зв'язку з відсутністю спеціаль-

них фондів. Підприємства-здобувачі примушені тримати фактично відпрацьовані землі на балансі та виплачувати податок за їх використання.

Зрозуміло, що роботи з відновлення проводяться повільно, адже об'єкти підприємств переміщуються у просторі та часі. Населення гірничовидобувних регіонів окрім того, що не може використовувати ці землі для своїх потреб, також страждає від негативного впливу нерекультивованих техногенних ландшафтів на елементи оточуючого людину середовища.

Фохівці Інституту проблем природокористування та екології НАН України вперше запропонували використання порушених гірничими роботами територій у якості ландшафтних заказників та відновних елементів екомережі [3]. Переваги такого підходу базуються на наступному:

Зв'язок проблеми з основними тенденціями розвитку класифікацій ландшафтів у вітчизняній та світовій практиці

Оскільки класифікація – система ієрархічних підлеглих понять та об'єктів, яка здатна фіксувати закономірні зв'язки між ландшафтами різних таксономічних рівнів, визначити місце об'єкту в системі та його відповідні властивості, то направлена вона на збереження та пошук інформації, яка знаходиться в ній самій, вираження системи законів або закономірностей, які властиві категоріям геосистем, що відображаються [4]. При цьому, критерії виділення техногенних ландшафтів відрізняються від решти геосистем тим, що вони базуються на відмінностях в характері та змісті індустріальних геокомпонентів. Адже техногенними ландшафтами вважають ті, в генезисі та функціонуванні яких провідну роль відіграють системи з технічним блоком [5].

В ландшафтознавстві існує безліч класифікацій ландшафтів (таблиця 1). Серед інших слід відмітити Ф.М. Мількова [6,7], В.І. Федотова [5], В.Л. Казакова [8], Навеха та Лібермана [9], А.Г. Ісаченко [10], державну класифікацію [11], Європейську [12,13], в основу яких закладені відмінності у складі, ступені впливу людини на природу, генезисі, цілеспрямованості їх створення, часі існування та саморегуляції, господарській цінності тощо. Однак, вони однобічні та

- вільних земель для створення елементів екомережі не вистачає, а порушені гірничими роботами території вже в минулому вилучені із традиційного землекористування і можуть бути переведені у інший статус;

- не рекультивовані посттехногенні території характеризуються більш різноманітними елементами ландшафту, які є більш привабливими для розвитку біорізноманіття;

- активне та пасивне сприяння розвитку вторинних екосистем у таких умовах дозволяє з мінімальними затратами отримати великий екологічний ефект.

Однією з найперших проблем, вирішення якої потребує негайної уваги при реалізації такого напрямку відновлення земель, є відсутність класифікації ландшафтних техногенних форм, яка б дозволяла оцінити екологічну ситуацію та передумови розвитку екосистем на посттехногенних ландшафтах.

розглядають техногенні ландшафти з намаганням прив'язати їх до природних характеристик та параметрів.

Поверховість їх аналізу та розгляду, неврахування основного фактору – мети розробки такої класифікації, надає змогу зробити висновок, що застосування для практичних потреб таких класифікацій є недоцільним. Часто в них спостерігається ієрархічна невідповідність таксонів [6-8,14], виділення таксонів ландшафтів за декількома характеристиками одночасно, що призводить до плутанини, підміни понять «класифікація» та «типологія» [15]. Державний стандарт про класифікацію ландшафтів, в якому висвітлені аспекти класифікування на основі багатьох факторів, кінцевої мети – простоти застосування класифікації для визначення господарського використання, не досягає [11], хоча підбір деяких критеріїв, таких як розподіл ландшафтів за типом геохімічного режиму на елювіальні, субаквальні та супераквальні, був вдалим. Окрім невдалих конструкцій всі наведені вище класифікації не враховують наробок суміжних наук щодо термінології та генезису ландшафтів. Особливо це стосується гірничих наук та гірничого виробництва, яке спричинює найбільш кардинальні зміни у ландшафтах.

Таблиця 1 – Основні характеристики існуючих класифікацій ландшафтів

№ з/п	Автор / назва	Таксони	Опис недоліків
1	Ф.М. Мільков	Клас антропогенних ландшафтів, тип ландшафту, тип місцевості, тип урочища	Критерії розподілу таксонів не систематичні, виконані з використанням різних принципів найменування (клас ландшафтів, тип, підтип та вид, тип та клас урочищ, місцевості).
2	В.І. Федотов	Тип гірничопромислових ландшафтів розподіляється на кар'єрно-відвальні, торф'яно-кар'єрні, дренажно-відвальні, шахтні просяджувально-териконні та екстрактивні ландшафти	Не надає єдиної чіткої, ієрархічної та детальної класифікації видів ландшафтів, розподіл ландшафтів на кар'єрні та екстрактивні не зовсім вірний. З точки зору гірничих наук повністю неприйнятна, адже таких понять гірники не знають.
3	В.Л. Казаков	Тип промислових ландшафтів: два підтипи – фабрично-промислові та гірничопромислові	В основу закладено: техногенні ландшафти є природними, їх класифікація має вписуватись в існуючі класифікації природних ландшафтів доантропогенної епохи.
4	А.Г. Ісаченко	Тип-підтип-вид	Звертає увагу на відсутність розмірності, просторового виявлення, таксономічного рангу антропогенних ландшафтів та вважає помилковою практику найменування таких ландшафтів за характером їх використання. Спроба прив'язати техногенні ландшафти до природних систем, не враховуючи важливого техногенного фактору генезису.
5	Навех та Ліберман	Сім типів ландшафтів: природні, напів-природні, напів-аграрні, аграрні, урбанізовані, напів-урбанізовані та урбанізовано-індустріальні	Урбанізовано-індустріальні ландшафти зазвичай зводяться до поняття забруднених площ за спорудами промислового значення. Такого визначення та характеристики недостатньо для практичного використання.
6	ГОСТ 17.8.1.02-88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация	-	Аналіз зводиться до створення матриць природних та антропогенних факторів. Спроба врахувати значну кількість чинників, серед яких техногенних не виділено.
7	Meeus H., Mucher C.A., Bunce R.G.H. et al. Pan-European Biological and Landscape Diversity and Strategy	Чотири рівні класів: на нижньому рівні – 350 ландшафтних типів на верхньому – 8	Закладені наступні ключові критерії: клімат, висота над рівнем моря, материнська порода ґрунтів, способи використання земель. Антропогенні та техногенні ландшафти в класифікації зводяться до штучних поверхонь (Artificial surfaces) на 4-му, найдетальнішому рівні (використання земель). Такого визначення недостатньо для використання.

Методика побудови екологічної класифікації

Створення класифікації потребує використання чітких методів та принципів, і порушення будь-якої з наведених нижче методик призводитиме до нелогічності побудови та використання класифікації. За основні принципи створення класифікації було взято ієрархічність, фасетність, багатоаспектність, цілісність та поєднання техногенного та природного аспектів.

Ієрархічний метод передбачає розділення множини за певною ознакою на підпорядковані групи, в яких поступово конкретизується об'єкт класифікації. При цьому сукупність отриманих груп утворює своєрідну ієрархічну, деревоподібну структуру. При виборі класифікаційних параметрів враховується вірогідність звертання до тієї чи іншої ознаки. Цей метод включив до розробки класифікації такі вимоги: класифікаційні групи не повинні перекликатися (не можуть включати аналогічних понять), для кожного таксономічного порядку класифікатору можна використовувати тільки одну ознаку для розділення більш високого таксону, сума підмножин повинна завжди давати ділену множину об'єктів (не повинно бути таких об'єктів, які не входять до складу класифікаційної групи). Використання цього методу дозволило створити мнемонічні коди у вигляді індексів.

Постановка завдання

Відповідно до посталої проблеми фахівцями Інституту проблем природокористування та екології НАН України запропонована нова технологія відновлення порушених гірничими роботами екосистем та ландшафтів, які не будуть повернені до початкового «природного» стану, а утворять нові вторинні варіанти. Вона складається з 3-х основних аспектів: корегування гірничих технологій, самовідновлення та активізації розвитку екосистем [3]. Виконання цих аспектів потребує чіткої схеми визначення важливих екологічних факторів. Наша схема базується на 4 факторах, врахування яких має першочергове значення при рекомендаційних роботах з активізації самовідновлення екосистем на посттехногенних ландшафтах Кривбасу. Такими визначальними факторами стали: ландшафтна структура та рельєфні особливості, водний режим, мікрокліматичні особливості та ґрунтоутворні поро-

Незважаючи на використання ієрархічного методу, для пластичності класифікації для нижчих таксонів було використано також і фасетний метод, згідно якого класифікаційні групи утворюються шляхом комбінацій значень, взятих з відповідних фасеток. Це дозволило пристосувати класифікацію до змінюваного характеру задач, на вирішення яких вона направлена.

Багатоаспектність класифікації виражається при підборі основних критеріїв виділення таксонів, в яких відобразились як гірничі, так і екологічні аспекти формування екосистем.

Таким чином нам вдалося поєднати природні та техногенні аспекти розвитку та досягти об'єднання різнонаправлених матеріальних систем, що не завадило забезпечити класифікаційній системі цілісність.

Основною метою було створити оптимальну класифікацію – об'єднання параметрів для набору елементів в системі їх значень, яка мінімізує число запитів властивостей, необхідних для ідентифікації специфічних рис в межах набору цих елементів [16]. Тому, алгоритм, використаний для цієї мети, передбачає виділення вищих таксонів за технічними ієрархічними критеріями, а нижчих – за екологічними фасетними з подальшим об'єднанням їх у єдину систему.

Вони враховують гідро-інформаційні, геохімічні потоки, фізичні та хімічні особливості розвитку екосистем.

Відомо, що за відкритої та підземної системи видобутку руд формуються наступні ландшафтно-техногенні утворення: кар'єри, відвали, шламосховища, терикони, зони провалів, промислові ділянки. Для класифікаційного розподілу таких техногенних ландшафтів ми використали наступну таксономічну систему типологічних одиниць:

1. *Система* – характеризує базові відмінності у способах розробки та функціональному призначенні техногенних ландшафтів.

2. *Тип* – відображає відмінності у морфоструктурах рельєфу.

3. *Підтип* – систематизує сукупність рельєфних параметрів.

4. *Клас* – характеризує елементи мезорельєфу.

5. *Підклас* – показує відмінності у гранулометричному складі порід.

6. *Ряд* – описує особливості переносу речовин та енергії.

7. *Підряд* – враховує відмінності у мікрокліматичному режимі.

8. *Рід* – характеризує ключові аспекти хімічного складу порід.

9. *Вид* – відображає характеристики сформованого рослинного покриву.

До системи диференціації таксонів екологічної класифікації включені техногенні фактори, які відображають спосіб видобутку корисних копалин, функціональне призначення та морфологічні особливості ландшафтних об'єктів.

Екологічні (природні) фактори включають рельєф, фізичні та хімічні характеристики порід, мікроклімат, особливості переносу речовин та енергії у ландшафтах та можливості утворення рослинного покриву. Для спрощення запису та користування класифікацією введена система мнемонічних кодів у вигляді індексів (**I. С. а. β.**). Алгоритм роботи з системою диференціації таксонів екологічної класифікації:

1. Найвищий таксон «система» – визначається за способом розробки корисних копалин (таблиця 2): **I.** Відкритий, **II.** Підземний, **III.** Комбінований відкрито-підземний (первинні таксони – відкритого способу розробки, вторинні – підземного), **IV.** Комбінований підземно-відкритий (первинні таксони – підземного способу розробки, вторинні – відкритого), **V.** Будь-який спосіб розробки (системи **I-IV**).

2. Тип відокремлюється за функціональним призначенням. Наприклад, для системи відкритого видобутку (**I**) характерні такі типи: **A.** Кар'єри, **B.** Зовнішні відвали, **C.** Комбінація гірничодобувних утворень (відвали прилягають до бортів кар'єрів). Для системи підземного видобутку: **A.** Терикони, **B.** Провальні зони.

3. Описуючи сукупність рельєфних характеристик функціональних одиниць, від-

окремлюємо підтипи. Для системи відкритого видобутку (**I**) типу **A.** Кар'єри визначені такі підтипи: **1.** Крупні, глибокі (60 м та більше) виїмки, **2.** Котлованоподібні середньоглибокі (30-60 м) виїмки, в т.ч. частково заповнені породою, **3.** Балкоподібні неглибокі (10-30 м) виїмки. Для системи підземного видобутку (**II**) типу **B.** Провальні зони: **1.** Котловани (кут нахилу схилів 75-90°), **2.** Обернені конуси (кут нахилу схилів 60-75°), **3.** Чаші (кут нахилу схилів 30-60°), **4.** Комбінований.

4. Характеризуємо певні рельєфні утворення на рівні класу: **а.** Схил, **б.** Дно, **в.** Борт, **г.** Плато та ін.

5. Визначаємо гранулометричний склад порід (підклас) відповідно до розміру окремих часток (мм): **α.** Каміння (2-100 і >), **β.** Пісок (0,1-2), **γ.** Глина (< 0,1), **ε.** Суміш.

6. На рівні ряду ранжується перенесення енергії та речовини від «- - -» - значне перечення енергії та речовини (транзитні місцевіснування) до «+++» - значне привнесення речовин, накопичення та акумуляція.

7. Мікрокліматичні особливості екотопу (рівень підряду) визначаються у вигляді індексів альbedo поверхні (**A5 – A95**), експозиції для схилів (**S, N, E, W**), можливості утворення конденсаційного зволоження (індекс: «“»).

8. Визначення хімічних особливостей субстратів (кислі, основні, нейтральні та засолені) – рівень роду: **Ac, BS, Neutr, Hal.**

9. Особливості рослинних угруповань враховуються у вигляді визначення основних екологічних груп за відношенням до умов оточуючого середовища (рівень виду): за потребами у кількості поживних речовин (від рослин бідних ґрунтів до багатих: **OgTr, MsTr, MgTr**) за зволоженням (від засухостійких до тих, які живуть у воді: **Ks, Ms, Hg, Hd**), за хімізмом (рослини, які люблять кислі, лужні та засолені ґрунти: **Ac, Bs, Hal**)

Кожен таксон класифікації можна розписати у скороченому вигляді, використовуючи мнемонічні коди-індекси. Приклад коду: **I.A.1.a.α.- - -.A15S+.Neutr.OgTr.Ks.**

Результати досліджень

Таксони вищих порядків розмежовані за прийнятим у гірничих науках розподілом систем (технологій) видобутку корисних копалин (відкритий, підземний) [17-20]. Однак, такого розподілу недостатньо, так як

значна кількість об'єктів залишається поза увагою дослідників. Тому до розгляду систем включені елементи ландшафтів, які змінюються після гірничих розробок під дією нових техногенних факторів (таблиця 2).

Таблиця 2 – Екологічна класифікація техногенних ландшафтів (вищі таксони)

Система (спосіб розробки)	Тип (функціональне призначення)	Підтип (елементи мезорельєфу)
I. Відкритий	A. Кар'єри	1. Крупні, глибокі (60 м та >) виїмки
		2. Котлованоподібні середньоглибокі (30-60 м) виїмки
		3. Балкоподібні неглибокі (10-30 м) виїмки
	B. Зовнішні відвали	1. Високі (60-100 м), багатоярусні
		2. Середньовисокі (30-60 м), 2-3-х ярусні
		3. Невисокі (15-30 м), однарусні
	C. Внутрішні відвали	1. Частково та нерівномірно засипані кар'єрні виїмки
		2. Рівномірно засипані кар'єрні виїмки
	D. Комбінація гірничодобувних утворень (відвали прилягають до бортів кар'єрів)	1. Глибокі (60 м - >) виїмки та високі (60-100 м) відвали
		2. Середньоглибокі (30-60 м) виїмки та середньовисокі (30-60 м) відвали
		3. Неглибокі виїмки (10-30 м) та невисокі (15-30 м) відвали
	II. Підземний	A. Терикони
2. Конуси (висота 30-100 м)		
B. Провальні зони		1. Котловани (кут нахилу схилів 75-90°)
		2. Обернені конуси (кут нахилу схилів 60-75°)
		3. Чаші (кут нахилу схилів 30-60°)
4. Комбінований		
III. Комбінований відкрито-підземний (первинні таксони – відкритого способу розробки, вторинні – підземного)		
IV. Комбінований підземно-відкритий (первинні таксони – підземного способу розробки, вторинні – відкритого)		
V. Будь-який спосіб розробки (включає об'єкти, які утворюються при будь-якій технологічній схемі I-IV видобутку)	A. Хвостосховища	1. На поверхні
		2. На відвалах
		3. В кар'єрах
	B. Ставки-відстійники	1. Ставки-освітлювачі та резервуари
	C. Промділянки	1. Кар'єрів
		2. Відвалів
		3. Хвостосховищ
		4. Шахт
		5. ГЗК
	D. Санітарно-захисні зони	1. Кар'єрів
		2. Відвалів
		3. Хвостосховищ
		4. Шахт
		5. ГЗК

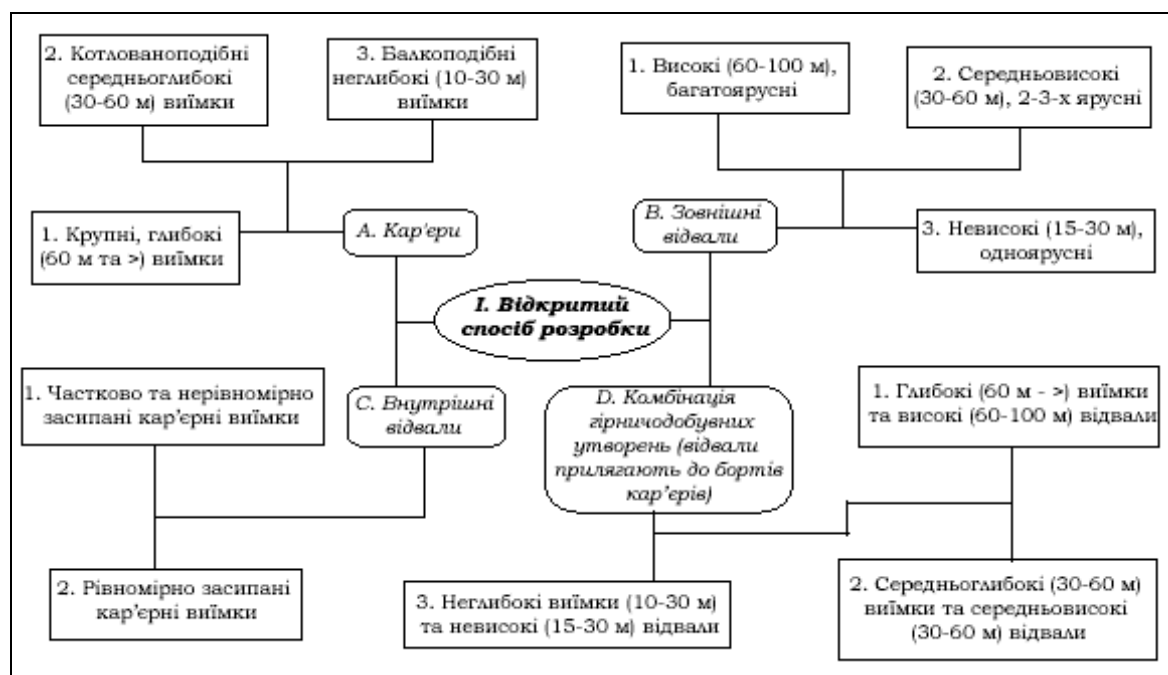
До таких систем ми віднесли комбінований відкрито-підземний (після відкритого способу видобутку ведеться підземний), комбінований підземно-відкритий та будь-який спосіб розробки (включає об'єкти, які утворюються при будь-якій технологічній схемі видобутку корисних копалин).

Ми підходили до класифікації ландшафтів з позиції необхідності відновлення вторинних екосистем та практичного застосування класифікації для цієї мети. Тому розглядаємо техногенні ландшафти як основу формування природної квазікліматкової системи. Наша таксономічна характеристика зрозуміла як гірникам, так і екологам, оскільки враховує підходи та потреби як одних, так і інших. На вищих таксонах (таблиця 2) враховуються технологічні аспекти формування рельєфного покриву.

Система. Виділяємо дві основні базові системи (відкритий і підземний спосіб видобутку корисних копалин) і 3 похідні – підземне добування після завершення відкритих розробок, відкрите – після підземної і ландшафти супутні всім системам (шламосховища, промділянки та ін.).

Тип. Основні генетичні типи ландшафтів гірничотехнічних форм – кар'єри, відвали, терикони, хвостосховища залежно від системи.

Підтип. Таксон враховує сукупність рельєфних параметрів, які базуються на основних морфометричних показниках: висоті, формі, кутах нахилу схилів та ін. (наприклад для кар'єрів – крупні глибокі, котлованоподібні середньоглибокі, балкоподібні неглибокі виїмки).



Примітка: таксони: I – система; A,B,C – тип; 1,2,3 - підтип

Рисунок – Схема розмежування вищих таксонів відкритого способу розробки родовищ корисних копалин за ієрархічним принципом

Алгоритм роботи з класифікацією включає підбір таксонів у відповідності до поставленої мети з найвищого таксону – системи і до нижчого – виду (рисунок). Після визначення вищих таксонів за технологічними критеріями (таблиця 1 та рисунок) наступним кроком стає відокремлення нижчих за

основними екологічними характеристиками (таблиця 2). Так, за фасетною схемою при класифікуванні встановлюються: рельєфні утворення, гранулометричний склад, особливості переносу енергій та речовини, мікроклімат, хімічні характеристики субстрату, особливості рослинних угруповань, тощо.

При цьому для кожного елементу ландшафту визначення відбувається за єдиним принципом (таблиця 3). Розгляд основних екологічно важливих характеристик проводиться з рівня класу до рівня виду за фасетною схемою:

Клас – характеризує схили, дно, плато, відкоси та дозволяє, таким чином, прослідкувати основні види перенесення і накопичення речовин та енергії, визначає основні параметри врахування мікроклімату.

Підклас – відображає 4 основних групи гранулометричного складу порід (камені, пісок, глина, суміш), які мають кардинальний вплив на накопичення речовин, процеси формування ґрунтового покриву та фільтрацію атмосферних опадів.

Ряд – враховує трансформацію гідрологічних та геохімічних потоків через інтенсив-

ність перенесення речовини та енергії. За основу прийняті умовні математичні символи: «+» – для позначення процесів накопичення, «-» – стічні процеси, направлені на винесення, «=» – відсутність процесів стікання та накопичення на поверхні.

Підряд – обліковує енергетичні характеристики певних місцезнаходжень, які залежать від кута нахилу схилів, експозиції, альбедо поверхні, конденсаційних опадів та ін.

Рід – характеризує основні екологічно важливі відмінності в хімічному складі порід – кислі, основні, засолені, нейтральні, ін.

Вид – оцінює умови формування рослинного покриву у відповідності з визначеними характеристиками вищих таксонів. Його оцінка часто ускладнюється тим, що рослинний покрив ще не сформований та з року в рік зазнає значних змін.

Таблиця 3 – Фасетний розподіл нижчих таксонів з основними екологічними характеристиками

Клас (рельєфні утворення)	Підклас (грансклад, мм)	Ряд (переніс енергії та речовини)	Підряд (мікроклімат)	Рід (хімічні характеристики субстрату)	Вид (особливості рослинних угруповань)
а. Схил (Борт, від- кос)	α. Каміння (2-100 і >)	--- значний переніс	A5 – A95 Альbedo пове- рхні	Ac кислі	OgTr олігот- рофи
б. Дно	β. Пісок (0,1-2)	-- вимивання	S експозиція (південь)	Bs лужні	MsTr мезот- рофи
в. Плато	γ. Глина (<0,1)	- помірний переніс	N експозиція (північ)	Neutral нейтра- льні	MgTr мегатрофи
г. Вершина, пагорб	ε. Суміш	= баланс	E експозиція (схід)	Hal засолені	Ks ксерофіти
д. Водойма	-	+++ значне вне- сення	W експозиція (захід)	-	Ms мезофіти
е. Дамба	-	++ акумуляція	“ конденсація можлива	-	Hg гігрофіти
ж. Хвости	-	+ помірне внесення	-	-	Hd гідрофіти
з. Відстійна зона	-	-	-	-	Ac ацедофіли
і. Прибере- жна зона	-	-	-	-	Bs базефіли
-	-	-	-	-	Hal галофіти

Альbedo поверхні та експозиція є визначальними факторами, які впливають на мікроклімат екотопу (швидкість випаровування, конденсація тощо). Альbedo виразимо у вигляді індексів **A5-95** відповідно до таблиці 3 та таблиці 4. Експозицію позначимо індексами **S, N, E, W** – відповідно до південної, північної, східної та західної експозицій. Конденсаційне зволоження буде можливим за двох ситуацій: при підвищеній воложеності повітря та незначних коливаннях температур конденсуючих поверхонь, при незначному вмістові зволоження у повітрі за кардинальних коливань температур [21]. Так, в умовах Криворіжжя спостерігається недостатність зволоження та незначний вміст вологи у повітрі. Відповідно для утворення конденсаційної вологи необхідно до-

сягнути певних умов: сильного прогрівання вдень та охолодження вночі, кам'янисті породи, які легко прогріваються та охолоджуються. Отже це можливо здійснити на кам'янистих субстратах, складених кварцитами та залізистими сланцями, в більшому ступені на схилах південної експозиції.

Для схилових місцеіснувань характеристика на рівні підряду виглядатиме наступним чином: **A15S+**, де **A15** – альbedo поверхні з коефіцієнтом 15 (%), що свідчить про значне поглинання сонячного випромінювання (до 85 %), **S** – південна експозиція, „+” – існує можливість утворення конденсаційного зволоження. Для рівних поверхонь та впадин – **A25±**, де **A25** – альbedo поверхні з коефіцієнтом 25 (%), що свідчить про те, що поверхнею поглинаються 75 % енергії.

Таблиця 4 – Характеристика виділення таксонів на рівні підряду, роду та виду екологічної класифікації техногенних ландшафтів

Індекси	Характеристики
Підряд (мікрокліматичні умови)	
A5 – A95	Альbedo поверхні A5 – найбільше поглинання сонячної радіації, A95 – найбільше відбивання сонячного випромінювання
S, N, E, W	Тільки для схилів. Експозиція відповідно сторін світу S – південна, N – північна, E – східна, W – західна
“	Утворення конденсаційного зволоження: “ – можливе, якщо неможливе, то нічого не ставиться
Рід (хімічні характеристики субстрату)	
Ac	Кислий – субстрати зі зниженими показниками $pH = 2-6$
Bs	Основний – субстрати з підвищеними показниками $pH = 8-13$
Neutral	Нейтральний – субстрати з показниками близькими до нейтральних $pH \approx 7$
Hal	Засолений – субстрати зі збільшеним вмістом іонів солей
Вид (особливості рослинних угруповань)	
OgTr	Оліготрофи – рослини не потребують багато поживних речовин
MsTr	Мезотрофи – рослини субстратів із середнім вмістом поживних речовин
MgTr	Мегатрофи – рослини потребують багато поживних речовин
Ks	Ксерофіти – посухостійкі види
Ms	Мезофіти – рослини потребують певного зволоження
Hg	Гігрофіти – рослини, які потребують зволених субстратів
Hd	Гідрофіти – рослини водойм – живуть безпосередньо у воді
Ac	Ацедофіти – рослини кислих місцеіснувань
Bs	Базефіти – рослини витримують залуження субстратів
Hal	Галофіти – рослини витримують засолення ґрунтів

Згідно літературних джерел [22-25] альbedo природних субстратів досить сильно відрізняється від техногенних (таблиця 5). Таким чином, чим менший показник альbedo, тим більше тепла поглинається матеріа-

лом, тим він більше нагрівається і швидше руйнується, вивітрується, та тим інтенсивніше відбуваються процеси конденсації вологи з повітря.

Таблиця 5 – Показники альбедо для деяких поверхонь

Природні субстрати	Альбедо, %	Штучні та порушені поверхні, породи	Альбедо, %
сніг свіжий, сухий	80-90	талък	70-75
сніг чистий, вологий	50-55	свіжий бетон	55
пісок	35-40	кварцити, кварцитові сланці (роговики)	10-15
суглинок	20-25		
зелена трава	25	граніти	5-30
каштанові ґрунти	17	старий асфальт	12
хвойний ліс влітку	8	вугілля	5-10
вода	5-7	свіжий асфальт	4

На рівні роду характеризуються основні хімічні особливості порід техногенних та посттехногенних ландшафтів (характерних для Кривбасу). Вони визначатимуть направленість розвитку рослинного покриву, а отже і екосистем. На кислих породах формуватимуться угруповання ацедофітів, на основних – відповідно, базефітів, на засолених – солевитривалі види, на нейтральних породах, де більше значення відіграють інші фактори, можливий широкий спектр рослинних угруповань.

Вид – найскладніший таксон, який більшою мірою залежить від характеристик, вказаних у вищих таксонах. Так, на рівні класу, підкласу та ряду визначаються основні характеристики зволоження та забезпечення поживними речовинами, хоча мікрокліматичні показники на рівні підряду можуть дещо нівелювати інші показники. На рівні роду задається більшість випадків хімізму порід (засолені породи, кислі, основні). В остаточному вигляді індекс виду класифікації складається з двох або трьох символів, які характеризують кількість поживних речовин, зволоження та можливі специфічні характеристики хімізму порід. Індекс **OgTrKsAc** значить, що можливе формування засухоустійких угруповань, які не потребують значної кількості поживних речовин та здатні існувати на кислих ґрунтах.

Кожен таксон класифікації можна розписати у скороченому вигляді, використовуючи індекси:

I.A.1.a.a. – – –.A15S+.Neutr.OgTrKs.

Шифрограма таксону: Система – I. Відкритий спосіб видобутку; Тип – A. Кар'єри; Підтип – 1.Крупні, глибокі (60 м та >) виїмки; Клас – a. Схил (борт); Підклас – a. Каміння; Ряд – «– – –.» Транзитні площі; Під-

ряд – A15S+. Альбедо – 15 %, південна експозиція, можлива конденсація вологи; Рід – Neutr. Нейтральні за хімізмом породи; Вид – OgTrKs. Угруповання рослин засухоустійкі, не потребують значної кількості поживних речовин.

Варто відмітити, що найбільше біотичне різноманіття спостерігається в "перехідних зонах" між різними елементами ландшафту, сферами, елементами рельєфу і навіть територіями з різним навантаженням. Відповідно, використовуючи такі переходи (екотони), можна території, порушені гірничодобувними роботами, із значною різноманітністю форми рельєфу, перетворити на „зони концентрації” представників флори і фауни. Перспективними формами рельєфу для такої мети будуть стики схилів і горизонтальних поверхонь, виїмки і пагорби, гребені і западини для горизонтальних поверхонь, кам'янисті насипи на глинистих та суглинистих субстратах, спіралеподібні борозни на схилах. Це тим більше реально, оскільки всі представлені вище техногенні форми рельєфу можуть бути утворені існуючим гірничим устаткуванням за умови забезпечення мінімуму собівартості корисних копалини [3]. За умови використання класифікації вдається проводити чіткий аналіз потенційних можливостей сформованого гірничого ландшафту – визначити зони концентрації біорізноманіття, території придатні для лісової, степової, водної або рудеральної рослинності. Результати впровадження класифікації дозволяють раціонально розподілити зусилля з відновлення вторинних екосистем на порушених гірничими роботами землях.

З іншої сторони, така класифікація дає можливість врахувати особливості розвитку біогеоценотичного покриву і вже на рівні

підкласу прогнозувати розвиток рослинних угруповань. Крім того, вона дозволяє оцінити найбільш цінні для формування вторинних екосистем форми рельєфу. Наприклад, можна сказати, що для всіх форм схилів рельєфу, складених кам'янистими і піщаними субстратами, в степовій кліматичній зоні, характерна нестача зволоження і відповідно поселятимуться посухостійкі види: сосна (*Pinus sylvestris*, *Pinus pallasiana*), шипшина (*Rosa lapidosa*, *Rosa canina*), аморфа (*Amorpha fruticosa*), дрік (*Genista tinctoria*), очиток (*Sedum acre*), злинка (*Erigeron canadensis*), смілка (*Silene ukrainica*), кострець (*Bromus squarrosus*), гірчак (*Polygonum arenarium*), хондрила (*Chondrilla juncea*), гринделія (*Grindelia squarrosa*), гикавка (*Berteroa incana*), синяк (*Echium vulgare*), цмин (*Helichrysum arenarium*) та ін. Відповідно ці види мають більше перспектив до рекомендацій по формуванню рослинного покриву в сухих умовах.

Класифікація підтверджує, що більшість западин, виїмок та стиків пагорбів можна вважати особливо цінними рельєфними утвореннями, в яких спостерігаються інтенсивний розвиток біоти.

Висновки

Оцінка біотичного та ландшафтного різноманіття територій, порушених гірничими роботами, потребує створення критеріїв, які мають враховувати техногенний фактор таких ландшафтів та важливі умови розвитку екосистем. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів базується на принципах ієрархічності системної оцінки техногенної складової та фасетності для екологічно важливих показників. Використання екологічної класифікації дозволяє:

- описати ключові екологічні характеристики кожного екотопу (місцеіснування);

Також класифікація дозволяє визначити ландшафтне різноманіття та варіативність місцеіснувань. Так, на території Кривбасу для техногенних ландшафтів виділено 5 систем, 10 класів, 29 типів, 54 підтипи, 136 класів, і більше 150 підкласів. За рахунок техногенних ландшафтів значно збільшується фоновий ландшафтний різноманітність природних територій. В порівнянні з ландшафтами природних територій (1 клас і тип, 2 підтипи, надряд та ряди) [26] ландшафтне різноманіття техногенних геосистем на різних таксономічних рівнях на порядок вище.

Вживання екологічної класифікації техногенних ландшафтів дозволяє також розробити обґрунтовані методи оцінювання біотичного та ландшафтного різноманіття, моделі розвитку рельєфу техногенних ландшафтів та методи відновлення вторинних екосистем. Так, авторами розроблений індекс оцінки біотичного різноманіття, який враховує відношення кількості видів до їх участі в ценозі та кількість екотопів певного ландшафту. Цей індекс відображає ступінь організації системи, її потенційні можливості розвитку, ступінь використання ресурсів та зайняття екологічних ніш.

- прогнозувати розвиток рослинних угруповань у тих чи інших елементах техногенного ландшафту та цілеспрямовано проводити їх штучне розселення;

- оцінити найбільш доцільні форми рельєфу для основних рослинних груп,
- визначити ландшафтне різноманіття техногенних територій.

Екологічна класифікація техногенних ландшафтів – чітка основа для моделювання процесів розвитку рельєфу, рослинності та ландшафтів, оцінки біотичного різноманіття та методів відновлення екосистем.

Перелік посилань

1. Гірничий енциклопедичний словник, т. 3. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2004. — 752 с.
2. Горная энциклопедия в 5-ти томах. – М.: Советская энциклопедия, 1991. – Том 5.
3. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / За ред. А.Г. Шапара – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
4. Михно В.Б. Актуальные вопросы систематики ландшафтов Центрального Черноземья // Вестник ВГУ, серия география и геоэкология. – 2003. - № 1. – С. 42-48.

5. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 192 с.
6. Мильков Ф.Н. Учение об антропогенных ландшафтах: вопросы теории, терминологии и преподавания в высшей школе // Вестник ВГУ, Серия география и геоэкология. – 2004. - № 1. – С.19-23.
7. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты, очерки антропогенного ландшафтоведения. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.
8. Казаков В.Л. Антропогенні ландшафти Кривбасу // Проблеми ландшафтного різноманіття України. Збірник наукових праць. – К., 2000. – С. 108-112.
9. Naveh, Z., Lieberman A.S. Landscape ecology: theory and applications. – 2nd edition. Springer-Verlag, NY, 1993. – 464 p.
10. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
11. ГОСТ 17.8.1.02-88 Охрана природы. Ландшафты. Классификация.
12. The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy: A vision for Europe's natural heritage. Tilburg, European Centre for Nature Conservation. – Рада Європи, UNEP і ECNC. 1996.
13. Meeus J.H.A. Pan-European landscapes // Landscape and Urban Planning # 31, 1995. – pp. 57-79.
14. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. – М., 1975. – 287 с.
15. Моторина Л.В. К вопросу о типологии и классификации техногенных ландшафтов // Научные основы охраны природы. – М., 1975. – Вып. 3. - С. 5-30.
16. Optimal classification. (n.d.). Wikipedia, the free encyclopedia. Retrieved September 11, 2008, from Reference.com website: http://www.reference.com/browse/wiki/Optimal_classification.
17. Ржевский В. В. Открытые горные работы, в 2-х частях. – М.: Недра, 1985.
18. Новожилов М. Г. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / М. Г. Новожилов, Ф. И. Кучерявый, В. С. Хохряков и др. – М.: Недра, 1971.
19. Килячков А. П. Технология горного производства. - Л.: Недра, 1992.
20. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. – М.: Недра, 1978. – 193 с.
21. Рекомендации по использованию парообразной влаги атмосферы для улучшения влагосбережения для культурных растений на богаре в аридных условиях / Агропромышленный комплекс. Главное управление научно-технического прогресса. – Душанбе, 1989. – 30 с.
22. Pon B. Pavment Albedo. – Heat Island Group, 1999. – (<http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/Pavements/Albedo/>).
23. Hall K., Lindgren B.S., Jackson P. Rock albedo and monitoring of thermal conditions in respect of weathering: some expected and some unexpected results // Earth Surface Processes and Landforms № 30, 2005. – p. 801-811.
24. Betts A.K., Ball J.H. Albedo over the boreal forest // Journal of Geophysical Research # 28, 1997. – p. 901-910.
25. Tetzlaff, G. Albedo of the Sahara // Cologne Univ. Satellite Meas. of Radiation Budget Parameters, 1983 – pp. 60-63.
26. Булава Л.Н. Физико-географический очерк территории Криворожского горнопромышленного района. – Кривой Рог. Деп. в УкрНИИТИ 2.1190, № 1808 – Ук 90. – 125 с.

S.M. Smetana **ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF MINING
REGIONS INDUSTRIAL LANDSCAPES**

*Institute of Nature Management Problems and Ecology
National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Econetwork construction in the industrial regions of Ukraine require criteria and methodology development for territories suitability estimation for the needs of saving, renewal and support of biodiversity. The developed ecological classification of industrial landscapes allows to forecast secondary ecosystems development and to define the landscape variety of distracted by mining territories.

*Надійшла до редколегії 10 вересня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд. біол. наук О.О. Скрипником*

УДК 504.54

А.М.Гайдин

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА СОЛЯНОЙ КАРСТ**

ОАО «Институт горно-химической промышленности», Львов

У статті розглянутий комплекс проблем, які виникають при розвитку соляного карсту в результаті порушення гідродинамічного режиму надсолевого водоносного горизонту. Запропоновано гідродинамічну модель руху води від місць живлення до місця розвантаження з формуванням зон напірної фільтрації та вільного потоку в підземних каньйонах. Досліджено методи боротьби з техногенним соляним карстом.

В статье рассмотрен комплекс проблем, возникающих при развитии соляного карста в результате нарушения гидродинамического режима надсолевого водоносного горизонта. Предложена гидродинамическая модель движения воды от мест питания к месту разгрузки с формированием зон напорной фильтрации и свободного потока в подземных каньонах. Исследованы методы борьбы с техногенным соляным карстом.

Карст – причина гибели многих соляных шахт [1,2]. Особенно обострилась проблема техногенного соляного карста в последние годы. В декабре 2008 года затоплена шахта № 9 в Солотвине. Назревает авария на руднике №2 в Стебнике. Гибнет и единственный в мире калийный карьер в Калуше. Затопление соляных шахт пресной водой сопровождается образованием огромных провалов земной поверхности, засолением подземных вод и другими негативными последствиями.

В природе поверхность солей изолирована от зоны активного водообмена глинистым «кепроком», образовавшимся вследствие накопления на их поверхности нерастворимых включений [3]. На контакте с кепроком распространена проницаемая зона, заполненная рассолом – надсолевой водоносный горизонт (НВГ). Слабая проницаемость покрывающих пород обуславливает застойный режим НВГ в природных условиях. Движение воды осуществляется в ламинарном режиме. Агрессивная слабо минерализованная вода занимает верхнюю часть потока, а с солью соприкасается насыщенный рассол. Поэтому природные проявления соляного карста встречаются редко. В большинстве случаев карст возникает вследствие нарушения гидродинамического режима подземных вод при проведении горных работ.

Соляные шахты. Подземную разработку солей ведут камерным или камерно-столбовым способами, с оставлением целиков. Для предупреждения прорыва воды из НВГ над выработками оставляют водозащитную толщу. Отработку ведут несколькими горизонтами, между которыми оставляют междуэтажные потолочины.

В Солотвине добыча соли ведётся испокон веков. В западной части соляного купола затоплены шахты Кунигунда, Николай, Альберт, Христина, Иосиф, на их месте образовались озёра, ставшие популярным местом отдыха. В центральной части купола расположена шахта № 7 (1808-1952). В 1966 году в период паводка шахта была затоплена. Образовался постоянно растущий провал, диаметр которого уже достиг 250 м. Шахта №8 действует с 1804 г. Объём выработанного пространства 9,4 млн. м³. Приток воды в шахту до 150 м³/ч. Над восточным крылом шахтного поля водозащитная толща размывта и образовался провал диаметром 170 м. На глубине 300 м в шахте размещена алергологическая больница, из-за неё шахту поддерживают в рабочем состоянии. Шахта № 9 действовала с 1975 г. Отработан только один горизонт на глубине 350 м. В конце 2004 г. на восточном фланге шахтного поля начался приток воды. В июле 2006 г. он достиг 100 м³/ч. Откачиваемый рассол сбрасывали в озёра на месте затопленных шахт. Оттуда вода по карстовым каналам возвращалась в шахту, вследствие

чего приток возрос до 500 м³/ч. В декабре 2008 г. откачку остановили, шахта погибла.

В Калуше действовали четыре калийных шахты и карьер. Рудник "Калуш" эксплуатировали более ста лет. Его заполнили насыщенными рассолами. Рудник "Голинь" работал с 1930 по 1972 г., объём выработок 1,7 млн. м³. Состояние выработок не известно. Рудник "Ново-Голинь" действовал с 1966 по 1995 г., объём выработок 12 млн. м³. В 1996 году начато затопление рудника рассолом. Сначала их готовили специально из отходов обогащения, позже стали подавать рассол из карьера. Уже закачано 11 млн. м³ рассолов. Рудник Пийло проектировали для замены выбывающих мощностей. Пройдено три вертикальных ствола глубиной около 600 м, руддворы и квершлагги. С 1997 г. строительство остановлено, состояние выработок не известно.

В Стебнике начало соляного промысла относится к XII столетию. Вначале добывали каменную соль. В 1843 году заложены стволы рудника № 1. Поскольку соль содержит большое количество нерастворимых примесей, её добывали способом выщелачивания с последующей выпаркой [2]. Образовались 11 «луговень» диаметром до 100 м, самая большая имеет площадь 2,2 га. В 1873 г. впервые раскрыт пласт калийной соли и с 1922 г. ее начали добывать на удобрения. Объём выработок около 12 млн. м³. Рудник поддерживается в рабочем состоянии.

В начале шестидесятых вступил в строй рудник № 2. Выработки расположены на 5 горизонтах. Отработаны два верхних горизонта. Объём выработанного пространства 15,8 млн. м³. После аварии на хвостохранилище в 1983 г. была остановлена обогатительная фабрика, добыча руды уменьшилась, а с 1990 г вообще прекратилась из-за отсутствия спроса. Водопиток в шахту появился в 1978 году. Для перехвата воды сооружена система дренажных выработок в водозащитной толще. С каждым годом приток увеличивается и уже достиг 1400 м³/сутки. В январе 2002 года осушение

прекратили. Разработан проект затопления рудника рассолом из отходов обогащения. Однако эти работы до сих пор не начаты. Происходит самозатопление рудника. В зоне питания водоносного горизонта в долине речки Вышницы возникла серия провалов и образовалось озеро. Создалась угроза разрушения ответственных коммуникаций: дороги, водопровода, электролинии.

Свойства солей. Месторождения каменной соли сложены галитом (NaCl) с примесью нерастворимых минералов. Сопротивление сжатию около 30 МПа. Выдерживание образцов чистой соли в насыщенном рассоле вызывает уменьшение прочности с 28 до 18 МПа [4].

Калийные руды Предкарпатья полиминеральны. Основные минералы:

галит;
лангбейнит (K₂SO₄*2MgSO₄);
каинит (KCl*MgSO₄*3H₂O);
полигалит (K₂SO₄*MgSO₄*2CaSO₄*2H₂O);
кизерит (MgSO₄*3H₂O);
нерастворимые примеси в количестве от 10 до 16%.

Прочность калийных руд в среднем 48 МПа. При замачивании каинитовой руды в насыщенном по NaCl рассоле прочность уменьшается до 7-8 МПа. Прочность вмещающих пород - соленосных глин - в тех же условиях уменьшилась с 34 до 4 МПа при влажности 1-9%.

Даже при малых нагрузках в образцах каменной соли проявляется стабильная ползучесть. Когда нагрузка достигает 55% от сопротивления одноосному сжатию, ползучесть через 160 суток переходит в прогрессирующую. Поэтому долговременная прочность соли составляет около 60% от прочности при быстром нагружении.

Растворимость каменной соли в воде около 310 г/л, калийной – до 420 г/л. Быстро растворяются сильвин, карналлит, галит, каинит. Лангбейнит и полигалит растворяются медленно, а кизерит практически не растворим.

Средний состав насыщенного раствора при температуре 15⁰С следующий:

Компоненты	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	Сумма
Содержание, г/л	50	31	0.12	73	192	75	857	420

Скорость растворения солей зависит от ориентации растворяемой поверхности [5]. На наклонной поверхности образуется слой насыщенного рассола, который под влиянием сил гравитации стекает вниз. Толщина слоя уменьшается с увеличением наклона. При затоплении горизонтальных горных выработок быстрее всего растворяется кровля и верхняя часть стенок, отчего последние приобретают наклон. Нерастворимый остаток сначала стекает по наклонной поверхности и образует призму на почве выработки. Когда наклон достигает угла естественного откоса осадка ($40-45^{\circ}$ к горизонту), поверхность растворения покрывается нерастворимым материалом, процесс прекращается.

Скорость растворения вертикальной стенки каменной соли в пресной воде достигает 70 м/год. Кровля выработок растворяется вдвое быстрее, чем стенки. По данным Я.М. Семчука [6] скорость растворения каинитовой руды в пресной воде составляет 19 м в год. А.Я. Кривоусов [7] в результате крупномасштабных натуральных опытов установил величину скорости растворения каинитовой руды 29,7 м/год. В ненасыщенном рассоле скорость растворения солей пропорциональна дефициту насыщения. Если в насыщенный по NaCl рассол поместить образец калийной руды, соли калия и магния растворяются, образцы разрушаются. При этом галит может частично выпасть в осадок.

Устойчивость целиков. Мера устойчивости целиков соляных шахт - запас прочности, который выражается отношением крепости к нагрузке [8]:

$$n = S_n * \sigma / S_y * \gamma * H, \quad (1)$$

де S_n – площадь столба налегающих на целик пород, σ – сопротивление сжатию с учетом коэффициента формы, S_y – площадь целика, γ – объемный вес налегающих пород, H – глубина от поверхности земли до кровли выработки.

Характер деформации целиков зависит от запаса прочности. Различают целики податливые, жестко-пластичные и жесткие [2]. При запасе прочности меньше 1,4 целики только кратковременно сохраняют несущую способность. Деформация целиков с запасом прочности от 1,4 до 2,5 проходит в несколько стадий: начальную, активную и затухающую. В начальную стадию целики оседают без разрушения. Активная стадия

начинается, когда оседание достигает 2-3% от высоты целика. Возникают трещины, стенки обваливаются, заполняя выработанное пространство. В затухающую стадию продукты разрушения уплотняются, а скорость оседания покрывающей толщи уменьшается.

При запасе прочности целиков больше 2,5 в них под действием нагрузки возникают напряжения, вызывающие перестройку структуры солей. Соль уплотняется, её прочность возрастает и деформации затухают. Целик не разрушается, однако вследствие пластических деформаций постепенно расширяется вплоть до схождения стенок камер. Сроки оседания исчисляются веками. Величина конечного оседания зависит от высоты выработанного пространства и коэффициента извлечения. Максимальную скорость оседания (мм/год) по П.К.Гаркушину [8] можно оценить отношением $V_{\text{макс}} = 100 / (1,4 * n - 1)$. Здесь n – коэффициент запаса прочности целиков. Средняя скорость равна половине максимальной. Период, в продолжение которого наблюдается оседание, равен отношению конечного оседания к средней его скорости. Например, для рудника № 2 в Стебнике максимальное оседание составляет 13 м, максимальная скорость 32,7 мм в год, период оседания 397 лет.

Влияние затопления выработок на состояние целиков. При затоплении выработок напряженное состояние изменяется под влиянием трёх основных факторов: 1) уменьшения сопротивления пород сжатию вследствие их увлажнения, 2) растворения стенок и кровли, 3) давления жидкости на стенки и потолочину. При увлажнении снижается прочность материала целиков. При растворении уменьшается их поперечный размер. Затопление выработок приводит к уменьшению напряжений под действием Архимедовых сил.

Жидкость давит на кровлю камер с силой $F = \rho * g * H_{\text{жс}} * S$, где ρ – плотность жидкости, g – ускорение свободного падения, $H_{\text{жс}}$ – высота столба жидкости над кровлей, S – площадь потолочины. На величину этой силы уменьшается вес пород, удерживаемых целиком.

В период затопления жидкость давит только на боковые стенки целика. Это уменьшает вертикальную составляющую

напряжения на величину указанного давления [9]:

$$\sigma_z = P - \rho * g * H_{жс}, \quad (2)$$

где P – давление от веса покрывающих пород и тела целика, $H_{жс}$ - высота столба жидкости над сечением, в котором определяется напряжение.

Взвешивающее влияние при полном затоплении можно приблизительно выразить коэффициентом уменьшения нагрузки на целики:

$$K = 1 - \rho / \gamma, \quad (3)$$

где γ, ρ – плотности пород и жидкости соответственно.

Например, если плотность соли $\gamma = 2,2$ г/см³, а рассола $\rho = 1,2$ г/см³, $K = 0,45$, то

есть напряжение составит только 45% по отношению к напряжению до затопления. Соответственно коэффициент запаса прочности увеличится в $1/K$ раз, в данном примере в 2,2 раза. Для демонстрации влияния силы взвешивания допустим, что плотность породы и жидкости одинаковы, а уровень жидкости достигает земной поверхности. Тогда $K=0$, покрывающие породы плавают!

Влияние растворения на устойчивость целиков. Используя формулу (1), оценим на примере Стебницкого рудника № 2 запас прочности целиков второго горизонта в зависимости от глубины растворения стенок. Результаты расчёта без учёта сил взвешивания даются в таблице 1.

Таблица 1- Зависимость коэффициента запаса прочности целиков от глубины растворения

Глубина растворения, м	Ширина целика, м	Уменьшение запаса прочности, %	Запас прочности по горизонтам	
			1	2
0	12	0	3	2,8
0,5	11	11,3	2,66	2,48
1	10	22,3	2,32	2,17
1,5	9	33,2	2,00	1,86
2	8	43,8	1,68	1,57
2,5	7	54,2	1,37	1,28
3	6	64,2	1,07	1,00
3,5	5	73,6	0,79	0,73

Результаты расчёта для второго горизонта иллюстрирует график (рисунок 1), из которого видно, что длительная устойчивость целиков (запас больше 2,5) сохранится только при условии, что глубина растворения не превысит 0,5 м.

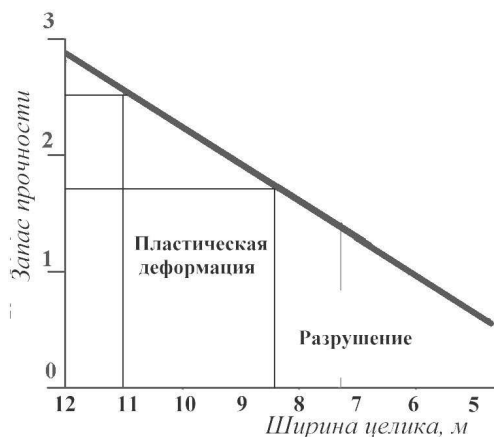


Рисунок 1 - Зависимость запаса прочности целиков от их ширины

При дальнейшем растворении коэффициент запаса становится меньше 2,5 и целик становится жестко-пластичным. Если же глубина растворения достигает 2 м, целик становится податливым и скоро переходит в стадию активного разрушения.

Затопление шахт проходит в динамическом режиме. Вблизи от места поступления вода наиболее агрессивна, а по мере продвижения насыщается солями и её растворяющая способность уменьшается.

Движение воды в горных выработках. Течение воды в выработках может быть безнапорным или напорным. Рассмотрим простейшие случаи. Примем, что в горизонтальную тупиковую выработку с постоянным сечением с одного конца поступает жидкость с постоянным во времени расходом Q_0 (рисунок 2). Расход потока Q в любом сечении уменьшается обратно пропорционально расстоянию от точки налива и равен $Q = Q_0 * (L-x) / L$. (4)

Здесь L - длина выработки, x - расстояние от места налива.

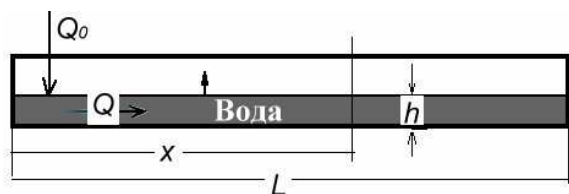


Рисунок 2 - Движение однородной жидкости в тупиковой выработке

В конце выработки $x = L$, $Q = 0$. Горизонтальная составляющая скорости течения V определяется отношением расхода Q к площади сечения потока. В прямоугольной выработке шириной B :

$$V = Q/B \cdot h = Q_0 \cdot (L-x)/L \cdot B \cdot h, \quad (5)$$

где h - глубина потока, $h = Q_0 \cdot t/L \cdot B$, где t - время от начала налива жидкости. С учётом изменения глубины потока $V = (L-x)/t$, то есть скорость течения обратно пропорциональна времени от начала затопления.

Скорость поднятия уровня воды v равна отношению расхода жидкости к площади горизонтального сечения выработок:

$$v = Q_0 / L \cdot B, \quad (6)$$

Длительность затопления равна отношению объёма выработки к расходу воды.

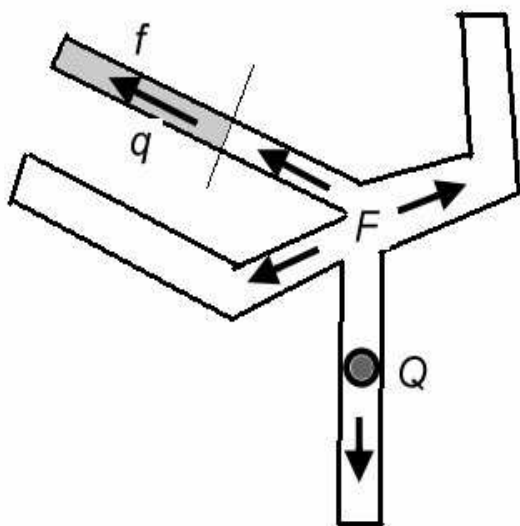


Рисунок 3 - Распределение жидкости в системе разветвлённых выработок

В системе разветвленных (рисунок 3) выработок часть потока, проходящего через сечение любой из выработок равна отношению площади горизонтального сечения выработок ниже по течению f к общей их

площади F . Расход потока q в любом вертикальном сечении

$$q = Q_0 \cdot f/F. \quad (7)$$

При камерной системе разработки после затопления горизонтальных выработок наступает режим, характеризующийся напорным движением в горизонтальных штреках и ортах и вертикальным восходящим течением в камерах (рисунок 4). От места подачи в выработку жидкость течёт по штрекам, заходит в орты и поднимается в камеры. Скорость в горизонтальных выработках постоянна во времени. Расход жидкости Q_i в штреках около камер с номером i определяется формулой:

$$Q_i = Q_0 \cdot \Sigma S_{n-1} / \Sigma S_n, \quad (8)$$

где Q_0 - суммарный расход, ΣS_n - сумма площадей всех камер, ΣS_{n-1} - сумма площадей камер от i до n , де n - число камер.

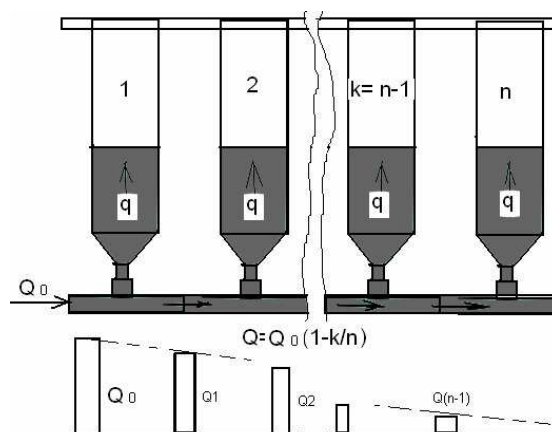


Рисунок 4 - Распространение жидкости при затоплении камер

Расход воды Q_i , поступающей в камеру с номером i , равен

$$Q_i = v \cdot S_i, \quad (9)$$

где v - скорость поднятия уровня, S_i - площадь горизонтального сечения камеры.

По мере продвижения от камеры к камере расход потока в горизонтальных выработках уменьшается на эту величину. Приведенные закономерности позволяют рассчитать параметры движения жидкости в выработанном пространстве шахт.

Влияние плотности рассолов. Движение воды в соляных шахтах сопровождается образованием рассолов различной плотности. Это приводит к усложнению движения, обусловленному конвекцией. В стадию безнапорного движения поверхность

рассолов горизонтальна, а напор увеличивается с увеличением концентрации. В результате в нижней части выработки рассол движется обратно к месту налива воды. В поперечном сечении движение усложняется стеканием насыщенного рассола вниз по стенкам выработки. После затопления горизонтальных выработок движение воды в них приобретает напорный характер. При этом уровни рассола в камерах различаются в зависимости от концентрации. Когда уровень достигает горизонтальных выработок, уровни выравниваются за счёт потока воды из камер с низкой минерализацией.

Аналитическая модель течения пресной воды в горизонтальной выработке соляной шахты. Чтобы выявить особенности течения жидкости с учётом расширения выработки за счёт растворения, рассмотрим простейшую модель – движение в горизонтальном цилиндрическом канале при постоянной во времени подаче пресной воды в нулевом сечении. Скорость растворения изменяется в зависимости от дефицита насыщения: $W = W_0 * D / C_0$, где W_0 – скорость растворения соли в пресной воде, D – дефицит насыщения, C_0 – концентрация насыщенного рассола. Для простоты приняли равномерное растворение верхней части выработки и отсутствие растворения в нижней её части из-за изоляции нерастворимым осадком. Выработку разбили на малые отрезки, в каждом из которых концентрация рассола распределяется равномерно. Скорость растворения во входном сечении 0,33 м/сутки.

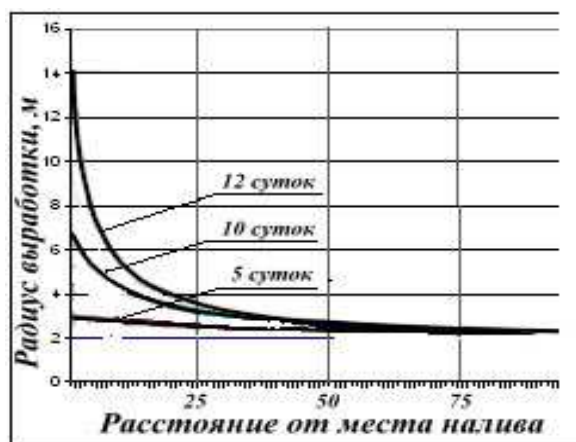


Рисунок 5 - Зависимость радиуса выработки от расстояния до места налива в различные моменты времени

В результате расчёта получен график зависимости сечения выработки от времени, рисунок 5.

Как видно из рисунка, растворение быстрее всего идёт в начале канала, а уже на расстоянии 100 м рассол становится насыщенным и растворение прекращается. Из-за увеличения сечения в начальной части выработки скорость движения воды уменьшается во времени и неравномерность растворения усиливается.

Физическое моделирование. Соленосные породы заменили смесью каменной соли с 15% глины с тщательным уплотнением. Воду подавали с таким расходом, что скорость поднятия уровня была меньше скорости растворения, что характерно для реальных условий. Наблюдали за изменением вертикального сечения горизонтальной выработки. На рисунке 6 показано, как выработка сначала приняла овальную форму, а затем из-за накопления нерастворимого осадка стала расширяться и приобрела форму треугольника со сторонами, наклоненными под углом около 45°. По достижении определённой ширины кровля выработки обвалилась, приобретая форму свода.

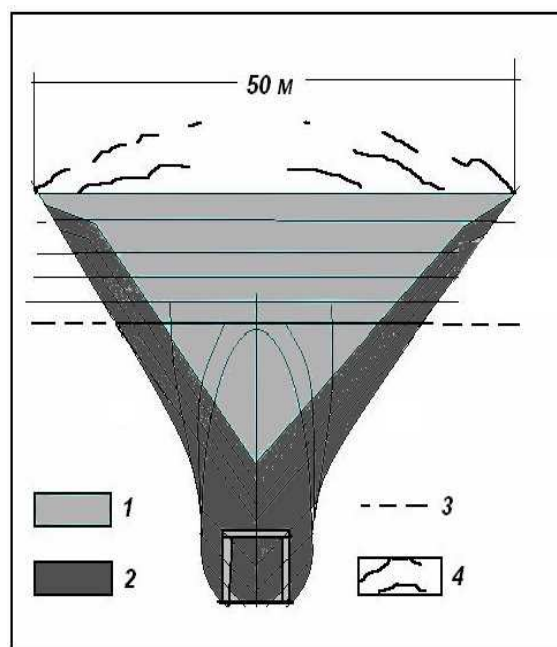


Рисунок 6 - Развитие карста в горизонтальной выработке при скорости затопления, меньшей скорости растворения: 1 - рассол; 2 - нерастворимый осадок; 3 - уровни затопления, 4 - трещины в потолочине

Ширину кровли B , при которой произойдет обрушение, находим по формуле [10]:

$$B^2 = (0,45 \cdot \sigma \cdot Z^2) / (Z + h) \cdot \gamma, \quad (10)$$

где σ - сопротивление породы сжатию, Z - мощность защитной потолочины, h - мощность наносов, γ - объёмный вес пород.

Так как треугольник равнобедренный с углом наклона сторон 45° , то искомая ширина будет достигнута при высоте затопления $B/2$. На основе натурных наблюдений установлено, что высота свода в соляных отложениях равна 0,35 ширины выработки.

Наглядное представление о механизме техногенного карста даёт модель системы отработки Стебницкого рудника № 2 в масштабе 1:100. Воду подавали в штрек в левой части модели. Она через орты поступала в камеры. На рисунке 7 показаны два момента в развитии карста.

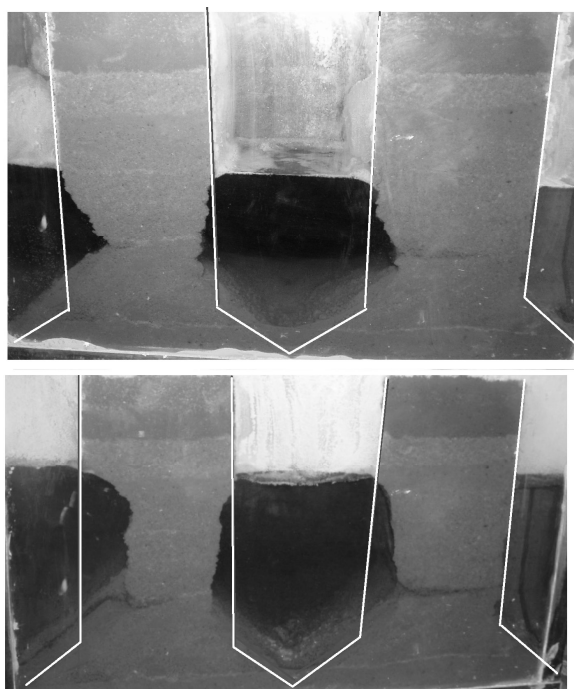


Рисунок 7 - Модель растворения целиков при затоплении пресной водой

Скорее всего, растворяется левая стенка первого целика, расположенная рядом с местом подачи воды. Растворение стенок второй камеры идёт медленнее. Правая стенка второго целика практически не растворяется, так как сюда приходит рассол, уже близкий к насыщенному.

На дно камер осыпаются нерастворимые примеси, которые ложатся под углом 45° ,

защищая нижнюю часть целиков от дальнейшего растворения. После растворения одной трети толщины первого целика в нём образовалась трещина, через которую начался переток рассола. В это же время подводящие выработки - орты - оказались заполненными нерастворимым осадком (рисунок 8). Таким образом, динамику «подрезания» целиков определяет место поступления воды и её агрессивность. Первым разрушается ближайший от места поступления воды целик.

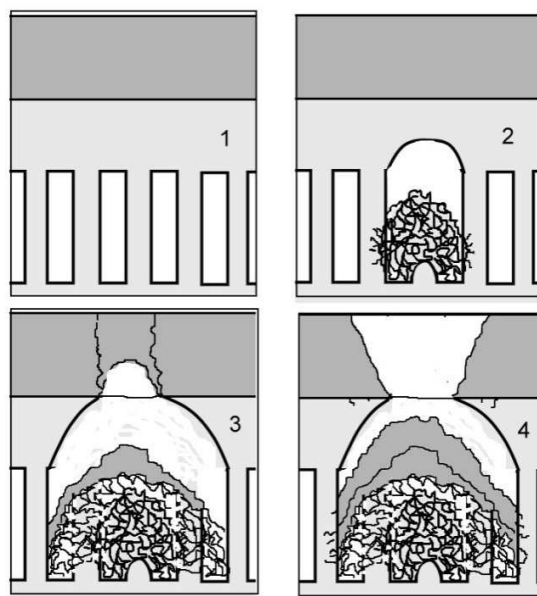


Рисунок 8 - Образование провала над разрушенным целиком:

1-первоначальное состояние, 2-обвал целика, 3-обвал соседних целиков, 4-провал поверхности

Последствия разрушения целиков.

Утрата несущей способности одним из целиков приводит к увеличению нагрузки на соседние целики примерно в полтора раза. Соответственно уменьшается запас прочности целиков и они становятся податливыми. Покрывающая толща прогибается, в ней образуется свод.

После того, как разрушатся два соседних целика, междуэтажная потолочина обвалится, а вслед за ней рухнут целики вышележащего горизонта. Нарушится целостность водозащитной толщи, в шахту польётся вода надсолевого водоносного горизонта и обвалятся неустойчивые покрывающие породы. На поверхности образуется провал.

Прорывы воды в соляные шахты. Постоянные притоки воды в соляные шахты возникают вследствие вскрытия выработками или скважинами надсолевого водоносного горизонта. Вокруг места прорыва воды формируется депрессионная воронка. Когда воронка достигает зон питания – растворяются соли пресной водой. Проницаемость надсолевого водоносного горизонта увеличивается, приток воды в шахту возрастает.

В зоне питания происходит оседание покрывающих пород. В местах с лучшей растворимостью образуются полости, в которые проваливаются выше залегающие породы. На поверхности образуются мульды просе-

дания и провалы. От зон питания вода течёт вдоль поверхности солей, пресная вода занимает повышенные участки рельефа соляного зеркала. Движение воды осуществляется в напорном режиме, скорость фильтрации мала.

Из-за гравитационного разделения пресная верхняя часть потока не соприкасается с солью и приходит в зону разгрузки не насыщенной. В зоне разгрузки вода свободно падает в выработки. Насыщенный рассол низа потока смешивается с ненасыщенным рассолом верхней его части и эта агрессивная смесь размывает в солях узкие каньоны, растущие в сторону зоны питания.

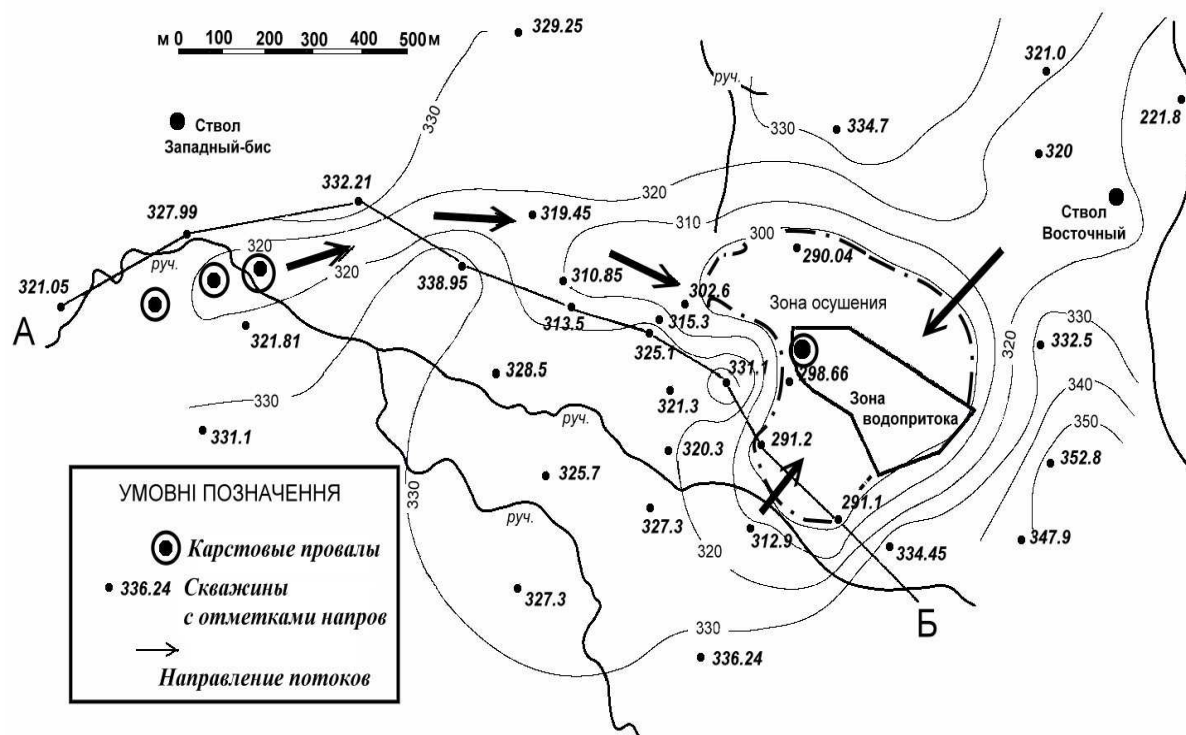


Рисунок 9 - Карта гидроизопъез надсолевого водоносного горизонта в районе деятельности рудника № 2 в Стебнике

Иллюстрацией служит ситуация на шахтном поле рудника № 2 в Стебнике. На карте гидроизопъез (рисунок 9) и разрезе (рисунок 10) прослеживается поток воды из зон питания в долине речки до места разгрузки в дренажные выработки. Часть водоносного горизонта полностью сдренирована. Поток концентрируется в возвышенных частях соляного зеркала и вдоль залежей калийной руды, что обусловлено следующими факторами: гравитационным расслаиванием воды;

большой растворимостью калийных руд по сравнению с вмещающей соленосной брекчией; неоднородной растворимостью минералов калийной руды, в результате на поверхности накапливаются высокопроницаемые обломки слабо растворимых минералов.

Образование провалов в зоне питания создаёт угрозу для ответственных коммуникаций. Суммарное понижение земной поверхности достигает 1,5 м. В долине речки образовалось озеро.

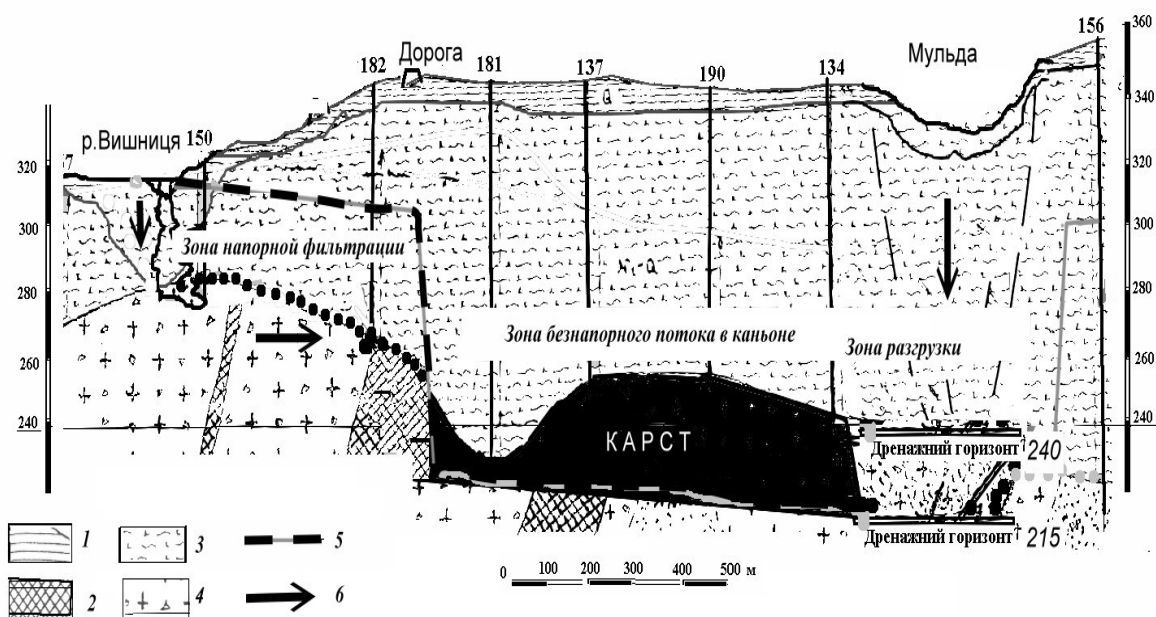


Рисунок 10 - Разрез по линии А-Б:

1-суглинок, 2-калийная соль, 3-гипсово-глинистая шляпа, 4-соленосная брекчия, 5-пъезометрическая поверхность, 6-направление потоков

Расчёты динамики образования карстовых пустот. В некоторых случаях можно оценить динамические параметры развития соляного карста. Поток воды разделяется на два участка: от зоны питания до водопада напорный, далее безнапорный. Расход потока Q_0 на участке напорной фильтрации определяется по формуле Дюпюи:

$$Q_0 = \kappa^* m^* S^* B / L, \quad (11)$$

где $\kappa^* m$ - водопроницаемость, S - разница напоров водоносного горизонта между источником питания и местом впадения в карстовый каньон, B - ширина потока, L - длина напорного участка. Из-за роста каньона длина напорного участка сокращается, а приток увеличивается, так что в следующий период

$$Q = \kappa^* m^* S^* B / x, \quad (12)$$

где x - переменная длина напорного участка.

Принимая параметры пласта в напорной зоне неизменными, разделим выражение (13) на (14) и получим:

$$Q_0 / Q = x / L, \text{ откуда } x = L * Q_0 / Q. \quad (13)$$

Например на Стебницьком руднике № 2 в 1984 году расстояние между источником питания и местом разгрузки было 1500 м, а водоприток Q_0 составлял = 139 тыс. м³/год.

В 2007 году приток Q составил 420 тыс. м³/год. Подставляя данные, получим длину напорного участка $x = 496$ м. В 2008 году приток воды составил 503 тыс. м³, длина напорного участка уменьшилась до 414 м, каньон продвинулся на 82 м. Зная расстояние до источника питания, можно определить срок прорыва речки в шахту: 414:82 = 5 лет. По данным многолетних наблюдений приток воды ежегодно увеличивается на 14 000 м³. С учётом увеличения водопритока срок прорыва речки в шахту составит не более 4-х лет.

Размеры карстового каньона можно оценить по количеству растворённых солей. Объём пустот, которые образуются в единицу времени в результате движения пресной воды от мест питания к месту разгрузки, определяется по формуле

$$W = Q * (C_2 - C_1), \quad (14)$$

где Q - водоприток, C_2 концентрация рассола на выходе в горную выработку, C_1 - концентрация солей в источнике питания. Так как C_2 намного больше, чем C_1 , то можно считать, что $W = Q * C_2$. Часто C_2 соответствует растворимости солей, которая для галита приблизительно равна 310 кг/м³. Плотность соли 2,1 т/м³, то есть каждый кубометр воды растворяет 0,15 м³ соли. Концен-

трация раствора, равновесного с калийной солью, достигает 420 кг/м^3 , следовательно, кубометр воды растворяет $0,2 \text{ м}^3$ солей.

Например, на Стебницком руднике № 2 количество воды с минерализацией 310 г/л , поступившей в шахту с 1978 года, $7,5 \text{ млн. м}^3$. Всего растворено около $1,1 \text{ млн. м}^3$ солей. Из гидравлического расчёта длина карстового канала составляет 1086 м . Разделив объём на длину, получим сечение канала 1012 м^2 .

Высота канала соответствует высоте падения воды с соляного зеркала в горную выработку на первом горизонте, 110 м . Отсюда ширина подземного каньона составляет $9,2 \text{ м}$. Этот канал непосредственно наблюдается в камере №115 (рисунок 11). За 2008 год в шахту поступило 503 тыс. м^3 воды, вынесено 75 тыс. м^3 солей. Продвижение каньона за год равно отношению объёма растворённой соли к площади сечения канала: $75000:1012=74 \text{ м}$.



Рисунок 11 - Подземный каньон в Стебницком руднике № 2

Порядок цифр по гидравлическому и гидрохимическому методам расчёта довольно близок. Эти цифры практически совпадают и со скоростью растворения вертикальной стенки каменной соли по данным лабораторных опытов.

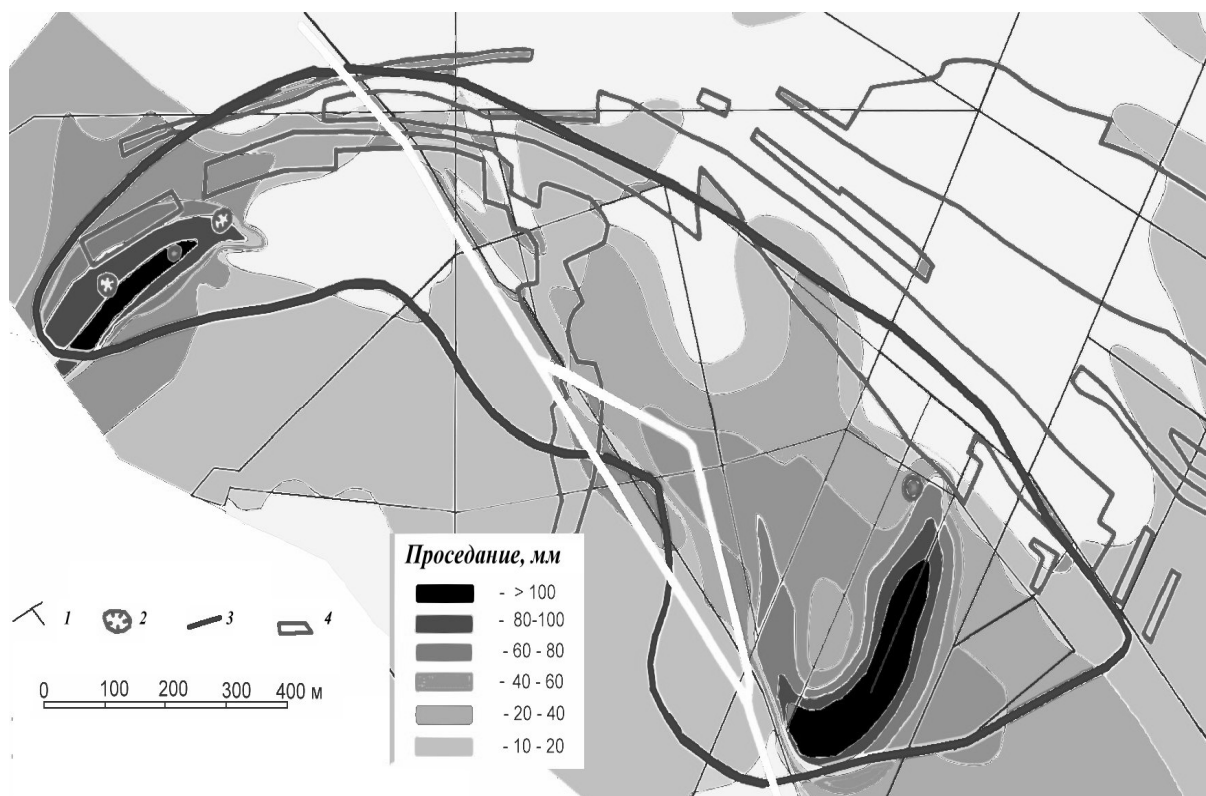


Рисунок 12 - Карта реперной сети и величин проседания земной поверхности:
1-линии реперов, 2- карстовые провалы, 3-граница депрессии подземных вод,
4-контуры рудных залежей

Поверхностные проявления карста. На шахтных полях наблюдается проседание поверхности, обусловленное деформациями целиков и развитием соляного карста. На рисунке 12 показана карта величин проседания поверхности на шахтном поле Стебницкого рудника № 2 за десятилетний период. Как видно из рисунка, проседание поверхности над горными выработками не превышает 20 мм, что свидетельствует об устойчивости целиков. В то же время на карте чётко видны мульды проседания, вытянутые от мест питания водоносного горизонта в сторону дренажных выработок.

В зоне питания идёт оседание земной поверхности и провалы, обусловленные неравномерным растворением солей. В зоне напорного потока растворение идёт по большой площади и здесь наблюдается плавное оседание покрывающей толщи. Возможность провалов над каньоном в зоне безнапорного потока зависит от ширины каньона и прочности покрывающих пород. Чаще всего провал инициируется некоторыми дополнительными факторами, например, наличием скважин или вертикальных горных выработок, разрушением целика в шахте, землетрясением. При этом развитию провала способствует суффозия и размыв стенок канала в покрывающей толще.

В развитии провала наблюдаются следующие фазы: 1.Образование и рост купола разрушения над карстовой полостью. 2.Купол достигает земной поверхности, образуется провал с субвертикальными или нависающими стенками. 3.Провал дренирует подземные воды четвертичных отложений, в него также поступают поверхностные воды, которые размывают стенки. Формируется воронка с бортами под углом естественного откоса. 4.Пресная вода растворяет соляную стенку, что сопровождается расширением воронки.

Описанный механизм развития провалов наблюдается в бортах Домбровского карьера в Калуше, где провал виден как бы в разрезе (рисунок 13). Сверху мы видим воронку в галечнике, из которого льётся вода, ниже - субвертикальный обрыв в глинисто-гипсовой шляпе. Под ней - ниша в соленосных породах. По поверхности соли течёт вода и соляная стенка отступает. Периодически обваливается гипсово-глинистая по-

рода, вслед за тем с бортов воронки осыпается галька.

В Солотвине расширение провалов происходит по такому же сценарию, но здесь источником пресной воды являются дренажные галереи. Провал растёт навстречу потоку из дренажной галереи.

После формирования воронки в процессе её расширения действует правило: сколько растворилось, столько и провалилось. При этом увеличение площади провала можно прогнозировать по формуле $F = \kappa * Q * T / H$, где κ - коэффициент, зависящий от дефицита насыщения воды, Q - приток воды в провал, T - время, H - глубина базиса эрозии – высота от соляного зеркала до уровня воды. Например, если в соляную шахту поступает 3,6 млн.м³ в год пресной воды, $\kappa = 0,15$. За год образуется 0,54 млн.м³ пустот. При этом растворяется водозащитная толща мощностью 40 м. Площадь ожидаемых провалов за год 1,4 га.

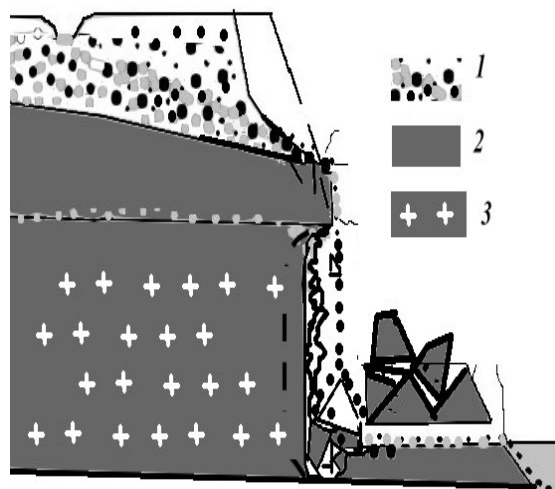


Рисунок 13 - Развитие карста на борту карьера:

1 - галечник, 2 - глинистая шляпа, 3 - соленосная брекчия

Борьба с карстом. Соляной карст подобен болезни, которую можно предупредить, но трудно вылечить. Известным способом предупреждения провалов над выработанным пространством является его закладка [2]. Однако стоимость этого мероприятия часто намного больше, чем ожидаемый ущерб. Поэтому в мировой практике совмещают закладочные работы с захоронением

отходов. Более дешевым является затопление отработанных шахт насыщенным рассолом, успешно осуществляемое в Калуше. Этот способ предусмотрен также проектом ликвидации аварийного рудника №2 в Стебнике. Однако ввиду недостаточного финансирования работы до сих пор не начаты, происходит самозатопление рудника. В случае прорыва воды в тупиковую выработку её можно отделить водонепроницаемой перемычкой, что успешно было осуществлено на руднике №1 в Стебнике.

Необходимым мероприятием является засыпка карстовых провалов. Чем раньше это

будет сделано, тем меньше понадобится материала для засыпки. В первую очередь нужно создать препятствие для выноса засыпаемого грунта в горные выработки. Для этого сначала нужно заполнить жерло провала крупногабаритным материалом: булыжником, бетонными блоками, брёвнами. После этого можно засыпать воронку местным грунтом, желателен глинистым.

Если наблюдается проседание поверхности, а провалов ещё нет, можно осуществить закладку карстового канала дисперсным материалом через скважины. Успешный опыт такого мероприятия описан в работе [11].

Выводы

1. Рассмотрен комплекс проблем, возникающих при развитии карста в результате нарушения гидродинамического режима надсолевого водоносного горизонта в зонах деятельности соляных шахт.

2. Изменение напряженного состояния целиков при затоплении шахт водой обусловлено снижением прочности солей при замачивании, растворением стенок целиков и влиянием сил взвешивания. Оценено влияние глубины растворения на устойчивость целиков.

3. Для прогнозирования растворения необходимо знать динамику движения воды в горных выработках. Предложены формулы для расчётов скоростей потоков, периода перехода от безнапорного к напорному движению, длительности затопления.

4. Показано, что растворение солевых массивов происходит прежде всего в месте поступления воды. Этот процесс быстро за-

тухает на удалении. Соответственно первыми разрушаются целики рядом с местом водопритока.

5. Предложена гидродинамическая модель движения воды от мест питания к месту разгрузки с формированием зон напорной фильтрации, водопада и свободного потока в подземных каньонах.

6. Деформации поверхности наиболее вероятны в зонах питания, где с солями контактируют пресные воды. В зоне водопритока провалы связаны с подрезанием и обрушением целиков. Расширение провалов контролируется притоком пресной воды из четвертичного водоносного горизонта и с поверхности.

7. Соляной карст подобен болезни, которую можно предупредить, но трудно вылечить. Приведены примеры успешной борьбы с техногенным соляным карстом, которые весьма ограничены.

Перечень ссылок

1. Андреичев А.Н. Разработка калийных месторождений. – М.: Недра, 1966. - 250 с.
2. Пермяков Р.С., Бельды М.П., Романов В.С. Технология добычи солей. - М.: Недра, 1981. – 106 с.
3. Короткевич Г.В. Соляной карст. – Л.: Недра, 1970. - 256 с.
4. Проскураков Н.М., Пермяков Р.С., Черников А.К. Физико-механические свойства соляных пород. – Л.: Недра, 1973. - 272 с.
5. Дудко П.М. Подземное выщелачивание солей. - М.: Недра, 1972. - 160 с.
6. Семчук Я.М. Наукові та методичні основи охорони геологічного середовища в районах розробки калійних родовищ. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. - Івано-Франківськ, 1995.
7. Кривоусов А.Я. Результаты наблюдений за процессом выщелачивания и разрушения соляных пород в уступах карьера. - Л.: Изд-во ВНИИГ, 1974. – С. 17.

8. Гаркушин П.К. Расчёт параметров сдвижения земной поверхности при разработке калийных месторождений по камерно-столбовой системе // Горный журнал. – 1995. - № 12. - С. 26-29.
9. Желтов Ю.П. Механика нефтегазоносного пласта. - М.: Недра, 1975. - 230 с.
10. Шашенко А.Н., Майхерчик Т., Сдвижкова Е.А. Геомеханические процессы в породных массивах. - Днепропетровск, Вид-во НГУ, 2005. – 237 с.
11. Гайдін А.М., Рудько Г.І. Сульфатний карст та його техногенна активізація. – К.: Знання, 1998. - 75 с.

**A.M. Gajdin INFLUENCE OF TECHNOGENIC ACTIVITY
ON HYDROCHLORIC KARSTS**

PJSC «Institute of mining chemical industry», Lviv

The complex of problems, arising up at development of hydrochloric karst as a result of violation of the hydrodynamic mode of overhydrochloric of aquiferous horizon is considered in the article. The hydrodynamic model of motion of water is offered from the places of feed to the place of unloading with forming of areas of pressure filtration and free stream in underground canyons. The methods of fight are investigational against technogenic hydrochloric karst.

*Надійшла до редколегії 05 листопада 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 379.85:712.23:332.32

О.О. Скрипник

**РОЗРОБКА НАУКОВИХ ОСНОВ
ТЕХНОЛОГІЙ БІОГЕОДИВЕРСИФІКАЦІЇ
ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ
ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ РОЗБУДОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ
МЕРЕЖІ ***

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Визначено основні ряди абіотичного різноманіття поверхонь, порід, ґрунтів. Розроблені основи технологій відновлення ґрунтів та рослинності порушених гірничими роботами земель. Запропоновані основні засади розробки методів використання екологічних коридорів для відновлення біорізноманіття.

Определены основные ряды абиотического разнообразия поверхностей, пород, почв. Разработаны основы технологий восстановления почв и растительности нарушенных горными работами земель. Предложены общие подходы к разработке методов использования экокоридоров для восстановления биоразнообразия.

Вступ

Проблема відродження порушених гірничими роботами земель залишається актуальною і в двадцять першому сторіччі. В Україні налічується понад 160 000 га порушених земель. Тільки в Кривбасі залишається покинутими напризволяще понад 14 000 га. Рекультивация на них не виконується, відсутні умови, засоби і, навіть, мотивація для виконання робіт. Разом з тим, з часів затвердження стандартів рекультивации пройшло понад 20 років, у суспільства з'явилися нові потреби, крім родючості земель, сьогодні потрібні біорізноманіття, безпечно навколишнє середовище. Іде активний пошук нових форм землекористування: ренатуріровання [1], екологічної реставрації, ремедіації, ревіталізації [2], екологічної мережі [3] та інших. Для створення штучного ландшафтного та біологічного різноманіття порушені землі потребують технологій біогеодиверсифікації, які передбачають створення нового вторинного біологічного та ландшафтного різноманіття. Технології біогеодиверсифікації мають бути системними, тобто спрямовуватись на всі елементи екосистем, як біотичні, так і абіотичні, застосовуватись вже на останніх стадіях гірничих процесів.

Розробка та впровадження технологій біогеодиверсифікації потребує розуміння біорізноманіття як системи природних феноменів,

яке було започатковано видатними вченими-еволюціоністами Ж.Б.Ламарком, Ж.Кюв'є, Ж. Сент-Ілером ще в 18 сторіччі.

Вони розглядали біорізноманіття як, завжди притаманну живому, властивість. На першому етапі розвитку біології всі сили поклалися на опис біорізноманіття і формування перших систем в вигляді класифікацій. Теорія природного відбору Ч. Дарвіна, яка розглядала біорізноманіття як систему спадковості та мінливості в умовах середовища, дала могутній поштовх розвитку всієї біологічної науки. Сучасна загальна біологія розглядає біорізноманіття як класичну систему, елементами якої є живі організми. В ній виділяються ієрархічні рівні, різноманітні моделі взаємодії між системою та середовищем, емерджентність [4]. Біологи формують нову науку, предметом якої є різноманітність в загальному розумінні (діатропіка). Вони визначили, що природному різноманіттю притаманна періодичність, систематичне повторення властивостей [5], які отримали назву рефрена. Яскравим прикладом рефрену різноманіття хімічних елементів є періодична система елементів Д. І. Менделєєва.

Виходячи з того, що в природі можливі будь-які комбінації властивостей виконують-

ся обґрунтування ядра, як найбільш яскравого втілення елемента різноманіття, та периферії, в якості перехідних зон, де властивості елементів різноманіття проявляються слабше.

Загальне наукове визнання отримала лінійна категорія ряду, як підсистеми біорізноманіття. Екологічний ряд розглядається як просторова зміна екосистем, що відрізняються різкою зміною умов середовища, як правило, в межах геоморфологічного профілю [6].

Класифікаційний ряд використовується в ботаніці як перший ранг підсистеми різноманіття, що об'єднує раси рослин за генетичною подібністю [6]. Закон гомологічних рядів оперує генетичним рядом [7] і визначає найпростішу систему генетичної різноманітності.

Формально, ряд є лінійною системою природних феноменів. Тобто, ряд феноменальних ознак вибирається з випадкового ряду під дією природних явищ і процесів. Випадковий ряд відображає кібернетичне уявлення про різноманіття як про невизначеність, яку обмежує інформація [8]. Формальні підходи лежать в основі індексів та показників, які виражають гетерогенність різноманіття, але не задовільняють спеціалістів як ознака біорізноманіття.

Однак, ряду для опису різноманіття виявляється недостатньо, тому що біотичні та абіотичні елементи мають декілька властивостей, які утворюють групу ознак. З двох властивостей утворюється сітка біорізноманіття. Загальне визнання отримала едафічна сітка П. С. Погребняка, сітка лісорослинних умов

А.Л. Бельгарда та інші [9]. Не всі клітини таких сіток бувають заповнені, багато з них бувають відсутніми в природному середовищі. Сітки застосовувалися для відображення абіотичного різноманіття (наприклад, лісорослинних умов), яке є джерелом біологічного та ландшафтного різноманіття. Визнаючи центичне походження різноманіття, треба припустити аналогічну центичній структурі абіотичного різноманіття. Абіотичне різноманіття складається з різноманіття будови поверхні (рельєфу), різноманіття гірських ґрунтоутворних порід, різноманіття ґрунтів, кліматичного різноманіття.

Система біорізноманіття має фрактальну структуру, тобто кожний феномен є окремим проявом явищ еволюції [10]. Це не виключає можливість існування перехідних форм, але сутність біорізноманіття залишається фрактальною. З фрактального характеру біорізноманіття випливає залежність біорізноманіття від масштабу, або ієрархічного рівня розгляду. Тобто, таким же чином зростає біорізноманітність при послідовному розгляді на рівні типу, підтипу, роду, виду, різновиду, як збільшується довжина берегової лінії зі збільшенням масштабу карти [11]. Отже, для розробки основ технологій біогеодиверсифікації необхідно визначити основні ряди та сітки абіотичного різноманіття, створити систему оцінки стану абіотичного різноманіття, обґрунтувати основні методи впливу на природні механізми зміни абіотичного та біотичного різноманіття, в тому числі, і через формування екокоридорів.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень служили порушені гірничими роботами землі Криворізького залізорудного та Нікопольського марганцеворудного басейнів.

Предметом досліджень стали абіотичне і біотичне різноманіття і основні засади їх штучного створення. Були застосовані, аналітичні, порівняльні, історичні, генетичні, картометричні [12], екосистемологічні [13] методи. Визначення вмісту важких металів

виконували методом атомно-абсорбційної полум'яної спектрофотометрії. Агрохімічні та агрофізичні дослідження виконувались за відповідними ДСТУ для ґрунтів (ДСТУ 4288:2004, 4289:2004, ДСТУ ISO 10390-2001, 11048-2001, ГОСТ 12536-79, 26423-85, 26424-85, 26425-85, 26426-85, 26427-85, 26428-85). Склад водної витяжки з ґрунтів визначали, також, методами газової хроматографії.

Основні результати та їх обговорення

Різноманітність поверхні. В основі абіотичного різноманіття лежить різноманітність поверхні. Будова поверхні називається

рельєфом. Тобто її можна ототожнювати з різноманітністю рельєфу, яка визначає диференціацію екосистем, консорцій, ареалів

видів та популяцій. На поверхні формуються геохімічні, екзогенні, ґрунтоутворні процеси, що позначаються на всіх рівнях різноманіття. Їх хід, швидкість, потужність здійснюють перерозподіл речовини та енергії на поверхні, сприяють утворенню феноменів, які складають різноманіття.

Взагалі поверхня є досить аморфною категорією, яка з великими труднощами набуває фрактального характеру. Горизонтальна площина, яка є окремим проявленням поверхні з постійною висотною координатою точок, не створює феномену різноманітності, тому що, відсутня різниця у взаємодії її точок з агентами ґрунтоутворення, екологічних факторів, фізичних полів Землі. Тобто якщо, в площині, яка задається множиною точок $\{a_1, a_2, a_3 \dots a_k, \dots, a_n\}$ виконується умова, що різниця висотних відміток будь-яких двох точок дорівнює нулю, то різноманітність такої поверхні дорівнює нулю, феномени різноманіття відсутні. Таким чином, різноманіття поверхні формується за рахунок висотної координати.

Формальний феномен утворюється при моделюванні поверхні в вигляді площини, яка має певний кут нахилу відносно горизонтальної площини, або кут стрімкості схилу. Реальне різноманіття поверхні має місце, коли на поверхні починається перерозподіл речовини та енергії. Якщо процеси, що відбуваються на поверхні не викликають такого перерозподілу формальний феномен знаходиться в потенційному вигляді і реально не проявляється. Така ситуація створюється, наприклад, на схилах стрімкістю 1° , коли не відбувається утворення поверхневого стоку, тому що сила тяжіння урівноважується силою спротиву поверхні.

Коли швидкість поверхневого стоку перевищує розмиваючу швидкість, починається денудація порід або ерозія ґрунтів, тобто формування різноманіття поверхні, яке найвищого свого прояву досягає коли швидкість поверхневого стоку досягає найбільшої величини при найбільшій довжині схилу за універсальним рівнянням ерозії [14].

Не має сумніву, що поверхня дуже рідко має форму нахиленої площини. Поверхня має більш складну будову, яка визначається кривизнами поверхні. Якщо поверхня є диференційованою, для її опису можна засто-

сувати систему показників П.А. Шарого [15], яка є завершенням розвитку показників кривизни поверхні, започатковану Гауссом.

Визначення акумуляційної кривизни дозволяє відокремити феномени акумуляції (А), транзити (Т) та стабільності (С), де показник повної акумуляційної кривизни (КА) має відповідне значення більше 0, менше 0, дорівнює 0.

Таким чином, визначаються три основних феномена поверхні, що дозволяє сформувати речовинний ряд різноманіття (P_p) поверхні: $P_p = \{A, T, C\}$.

За будовою поверхні можна визначити феномени дефляції при взаємодії поверхні з вітром. Взаємодія поверхні з вітром відбувається у відповідності з законами аеродинаміки. Тобто, поверхня діє як крило, на якому утворюється підйомна сила. Під її дією гранулометричні елементи ґрунту піднімаються вгору, долаючи силу тяжіння, та переносяться вітром (Т). Коли швидкість вітру спадає нижче величини, що забезпечує підйом спостерігається акумуляція частинок на поверхні (А). В якості третього феномену можна відзначити частини поверхні, де не відбувається дефляція (С).

Дуже важливим для формування феноменів поверхні є процес взаємодії з Сонцем. Він визначає основні енергетичні особливості поверхні. Давно та успішно використовується в екології категорія експозиції поверхні. За сторонами світу визначаються південна, західна, північна, східна експозиції. Для кількісної оцінки можуть бути використані рівняння, що відображають процеси надходження сонячної енергії на довільну поверхню [16].

Найбільше енергії Сонця отримують поверхні південної експозиції, тут складаються умови відповідні більш південним широтам. Тут більших показників набувають середні декадні, середньомісячні, середньорічні температурні показники, показники суми температур за вегетаційний період, інтенсивніше відбувається нагрівання, випаровування, танення снігу. Тому такий феномен поверхні можна визначити як жаркий (Ж). Протилежні відхилення відбуваються на схилі північної експозиції і феномен поверхні може отримати визначення як холодний (Х). Проміжне положення займають поверхні рівні, східної та західної експози-

ції (П). Таким чином, формується енергетичний ряд (R_e) феноменів: $R_e = \{Ж, X, П\}$

Мінімальний набір рядів дозволяє вирішувати проблему різноманіття поверхні в першому наближенні у вигляді сітки (таблиця 1). Очевидно, що ймовірність появи визначених феноменів різноманіття поверхні різна, але всі вони можуть існувати, всіх треба обліковувати при визначенні системи різноманіття поверхні. Природні феномени поверхні виникають в результаті природних геоморфологічних процесів. Техногенез

значно розширює можливості виникнення різноманітності поверхонь, в результаті здійснення технологічних процесів.

Особливо значний вплив на стан поверхні здійснюють технології видобування корисних копалин (розкривання, збагачення та інші). Використовуючи можливості гірничого устаткування, можливе формування поверхні з параметрами, які забезпечують швидкий розвиток різноманіття ґрунтів та рослинності порушених земель, рідкісних видів та угруповань.

Таблиця 1 - Абіотичне різноманіття поверхні

Ряди	Жаркий	Холодний	Помірний
Акумулятивний	Жаркий Акумулятивний	Холодний Акумулятивний	Помірний Акумулятивний
Транзитивний	Жаркий Транзитивний	Холодний Транзитивний	Помірний Транзитивний
Стабільний	Жаркий Стабільний	Холодний Стабільний	Помірний Стабільний

Різнманітність розкривних порід. Технологія відкритих гірничих робіт передбачає переміщення порід з глибоких геологічних шарів на поверхню. Таким чином, на денну поверхню потрапляють різноманітні породи, сформовані в різні геологічні часи, в результаті різних геологічних процесів, які панували під час їх створення на Землі. Видобування корисних копалин в породах архею потребує розкриття гірських порід всіх геологічних епох, що пройшла Земля в своєму розвитку. Таким чином, виходячи з технічних параметрів кар'єру, перш за все глибини, яка може перевищувати 800 м, можна, достатньо обґрунтовано, визначати можливе різноманіття розкривних та вміщуючих порід.

Гірські породи, як природні мінеральні агрегати визначеного складу та будови, є закономірним результатом дії геологічних процесів. Гірські породи в якості закономірних асоціацій мінералів мають стабільний хімічний склад, вміст біофільних (азот, фосфор, калій) та біофобних (важких металів) елементів, які визначають хід ґрунтоутворення та формування рослинності.

Визначаючи феномени різноманіття, необхідно виходити з їх природної сутності. Традиційна класифікація порід [17] побудована фактично на хімічному складі порід

(рН водної витяжки, сухий залишок, сума токсичних солей, вміст карбонатів, рухомого алюмінію, обмінного натрію, гумусу, гранулометричних фракцій), тобто, в основному на показниках родючості.

При визначенні різноманітності порід було б більш слушно виходити з генетичної класифікації порід, яка формувалася на основі геологічних процесів. Генетична класифікація порід має в своїй основі мінералогічний склад, що утворився під дією геологічних процесів, в результаті чого сформувалися магматичні (МГ), осадкові (ОС), метаморфічні породи (МФ). Мінералогічний склад визначає всі похідні властивості порід: міцність, твердість, пластичність, щільність, пористість, вологоємність, водонепроникність, гранулометричний і хімічний склад, колоритні особливості.

Використовуючи класифікацію гірських порід, нескладно сформувати перший ряд різноманітності за генезисом: $P_r = \{МГ, ОС, МФ\}$.

Суттєвим для визначення різноманітності порід є їх подрібненість, яку характеризує гранулометричний склад. Задача визначення гранулометричного складу до цього часу однозначно не вирішена. Існують кілька класифікацій ґрунтів за гранулометричним складом, найбільше поширення з яких отри-

мали системи по Качинському, Охотіну, міжнародна USDA.

Взагалі система елементів у всіх класифікаціях залишається подібною (каміння, гравій, пісок, пил, мул або глина), однак параметри визначення залишаються неспівставними, тобто, перейти від одної класифікації до іншої неможливо. Рациональним вирішенням проблеми визначення гранулометричних елементів буде вибір однієї, зазвичай найбільш уживанішою класифікації, за яку ми вбачаємо класифікацію по Качинському, яка виділяє феномени каміння (КМ), пісок (ПС), пил (ПЛ), мул (МЛ). Для гірських порід характерним є стан моноліту (МН), в якому в природі залягає більшість магматичних та метаморфічних порід. Таким чином, визначається наступний ряд подрібненості порід за гранулометричними елементами, які переважають в загальному складі: $P_n = \{МН, КМ, ПС, ПЛ, МЛ\}$.

Подрібненість порід фактично визначає режим зволоження – випаровування, баланс поживних речовин, агрегування ґрунтів, тобто, найважливіші параметри ґрунто-

них процесів. Породи різні за своїм походженням, але однакові за гранулометричним складом, можуть формувати досить однорідну за своїми екологічними характеристиками групу.

Подрібненість виражає енергетичний стан порід. Для отримання каміння з моноліту необхідно витратити природну енергію (гравітаційного поля Землі, випромінювання Сонця) або техногенну енергію (вибуху, відбійки, обрушення, дроблення, розмелювання, флотації та інших). Чим далі в ряду подрібненості розташовується порода, тим більше енергії потрібно витратити, для досягнення її стану [17]. Витрачена енергія може слугувати для оцінки вивітрюваності гірських порід, однієї з вимог розвитку ґрунтоутворного процесу.

Таким чином, можна визначити абіотичне різноманіття порід, в тому числі, і ґрунтоутворних, в першому наближенні (таблиця 2). Визначення різноманіття порід можна деталізувати з використанням, розроблених докладних геологічних класифікацій [17].

Таблиця 2 - Абіотичне різноманіття порід, яке служить основою для диференціації ґрунтоутворення

Генетичний ряд	Гранулометричний ряд				
	Монолітні (крупно-блочні) > 2 000 мм	Кам'янисті (тріщинуваті) 1-2 000 мм	Піщані 0,05-1,00 мм	Пилуваті 0,01-0,05 мм	Мулуваті < 0,01мм
Магматичні	МГ - МН	МГ - КМ	МГ - ПС	МГ - ПЛ	МГ - МЛ
Осадкові	О - МН	О - КМ	О - ПС	О - ПЛ	О - МЛ
Метаморфічні	МФ - МН	МФ - КМ	МФ - ПС	МФ - ПЛ	О - МЛ

Монолітні гірські породи не можуть слугувати в якості ґрунтоутворних. Їх внесок до формування різноманіття ґрунтується на використанні їх в якості субстрату для кріплення (тріщини, розломи) деяких рослин, в тому числі, тих, що утворюють спеціальні органи закріплення на відслоненнях порід. Відслонення гірських порід зустрічаються у відпрацьованих кар'єрах і можуть слугувати для геодиверсифікації ландшафтів.

Гірські породи, що складаються виключно з каміння, також, не можуть слугувати в якості ґрунтоутворних. Перспективи використання кам'янистих порід для біогеодиверсифікації вбачаються у наступному:

- здатність деяких з них (горючі сланці та інші) при потраплянні на поверхню землі швидко вивітрюватись і перетворюватись на пил;

- накопичення родючої речовини в процесі взаємодії з вітром та поверхневим стоком; створення своєрідних елементів ландшафту.

Піщані, пилуваті, мулуваті породи можуть слугувати в якості ґрунтоутворних та сприяти формуванню біодиверсифікації ґрунтів, рослинності, тваринного світу порушених гірничими роботами земель. Всі вони відносяться до м'яких порід. Породи, які мають коефіцієнт міцності ≤ 1 , можуть слу-

увати в якості ґрунтоутворюючих. Показник міцності гірських порід можна використовувати, для визначення ґрунтоутворюючого потенціалу.

Зазвичай на порушених гірничими роботами землях формуються технічні суміші, ґрунтоутворна здатність яких визначається їх м'якою складовою.

Ґрунтознавство та механіка ґрунтів оперують аналогічними показниками: відповідно твердості та міцності, які вимірюються в однакових фізичних одиницях тиску (Па або кгс/см²). Ґрунт та ґрунтоутворні породи підтримують положення рослинного організму у просторі. Вони забезпечують закріплення кореневої системи в субстраті. Якщо ґрунтоутворна порода тверда, коріння зустрічає значний спротив росту і проникненню кореневої системи в субстрат. Можливості стабілізації положення рослинного організму виявляються досить обмеженими. З проникненням в субстрат кореневої системи зростають об'єм породи, який може бути використаний для мінерального та водного харчування рослини. Таким чином, навіть, в бідних за вмістом поживних речовин породах, рослина може забезпечити свої потреби за рахунок розростання кореневої системи та захоплення більшого просторового об'єму живлення.

Отже на основі зміни міцності ґрунтоутворюючих порід можлива розробка методів створення вторинного різноманіття ґрунтів та рослинності.

В процесі розкривних робіт переміщуються значні об'єми гірських порід. На поверхню порушених земель потрапляють тільки деякі з них. Від того, які породи потраплять на поверхню значною мірою залежить і різноманіття поверхні, і різноманіття вторинних ґрунтів, які утворюються на цих породах.

Показники поверхні (кут стрімкості схилу, водозбірна площа та інші), яка створюється в процесі розкривних робіт суттєво залежать від особливостей порід, які використовуються в процесі формування поверхні.

Водно-фізичний, температурний режим порід формується, головним чином, через властивості порід поверхневого шару. При потраплянні на поверхню глини або суглинків, що зазвичай зустрічається при рекультивациі, вони блокують надходження вологи

в глибокі шари, та швидко втрачають вологу через випаровування і поверхневий стік [18]. Через вплив на стан поверхневого шару порід можна створювати необхідний водний режим розвитку вторинних ґрунтів.

Різноманітність ґрунтів. Під час визначення різноманітності ґрунтів виникає ціла низка проблем: континуальності ґрунтового покриву [12], неметризованості [19] ґрунтового профілю та інші. Крім того, виникає цілий ряд аспектів цієї проблеми: типологічний, регіональний, топологічний [20]. Розглянемо найпростіший з них типологічний або класифікаційний. Відомо, що ґрунт - це функція складного поєднання проявів ґрунтоутворюючого процесу, які виникають в результаті дії природних факторів, дуже неоднорідних в часі і просторі. Виникає така потужна та невизначена множина ґрунтів, яку однозначно класифікувати, або, навіть, визначити об'єкт класифікації дуже складно. Сьогодні визнаються, як мінімум, 4 субстантивно-генетичних класифікацій ґрунтів: УК [21], РК [22], WRB [21], FAO [21].

Застосовуючи генетичні підходи, можна розглядати ґрунтовий феномен як результат дії ґрунтоутворюючого процесу. Ґрунтоутворний процес явище комплексне, багатогранне, виявити головне, загальні критерії оцінки в ньому буває дуже складно. Використовуючи теорію елементарного ґрунтоутворного процесу [22], можна аналізувати загальний процес з очевидною природничою основою. Таким чином, ґрунтовий феномен – це прояв єдиного процесу, який складається з кількох елементарних.

Ґрунт утворюється перш за все, як результат дії організмів на породу, тобто, в першу чергу, в результаті процесів біогенізації [23]. Таким чином, для визначення ряду різноманіття, найважливіше побудувати ряд біогенізації. Процеси перетворення в ґрунтах органічної речовини можна узагальнити кількома найголовнішими: чорноземний (ЧЗ) (тонкогумусоутворення), дерновий (ДР) (грубогумусоутворення), буроземний (БР), торфоутворення (ТФ). Тонкогумусоутворення найбільш яскраво проявляється в чорноземних ґрунтах, для нього характерно переважання тонкого (типа „мюль”) гумусу. Тонкий гумус здатен переміщуватись по профілю, служити джерелом поживних елементів, формувати структуру та ґрунтовий

поглинаючий комплекс. Грубий гумус (тип „модер”) утворюється в дерновому процесі і є першою стадією перетворення органічних решток на ґрунтову речовину. Він створює ізогумусовий профіль, частіше спостерігається на піщаних ґрунтах, під трав’янистою рослинністю. Своєрідне накопичення гумусу з переважанням розчинних елементів гумусу відбувається при буроземоутворенні. Торфоутворення – процес консервації органічних решток. Виділяються кілька стадій розкладання органічних решток, але при цьому гуміфікація майже не проявляється. Торфоутворення відбувається в основному в умовах надмірного зволоження ґрунтів. Таким чином, формується ряд біогенізації ґрунтів: $P_6 = \{ЧЗ, ДР, БР, ТФ\}$.

Накопичення органічної речовини формується і за рахунок привнесення органічної речовини в результаті заплавної (АЛ) діяльності. Таким чином, доповнений ряд біогені-

зації буде мати вигляд: $P_6 = \{ЧЗ, ДР, БР, ТФ, АЛ\}$.

Хід ґрунтоутворення регулюється в процесі зволоження. Зволоження формується під дією атмосферних опадів, випаровування, ґрунтових вод, перерозподілу поверхневого стоку. Більшість ґрунтознавчих та геоботаничних класифікацій відображають ряд станів зволоження наступним чином: дуже сухі (ДС), сухі (С), сухуваті (СТ), свіжуваті (СВТ), свіжі (СВ), вологі (В), сирі (СР), мокрі (МР) [9].

Якщо до цього ряду додати стани зволоження суперсухі (СС), то цей ряд буде відповідати зональному ряду, який обґрунтовується зональністю рослинності. Таким чином, виділяється ряд різноманітності станів зволоження: $P_в = \{СС, ДС, С, СТ, СВТ, СВ, В, СР, МР\}$. Різноманітність ґрунтів за рядами біогенізації та станів зволоження можна відобразити у вигляді сітки (таблиця 3).

Таблиця 3 - Різноманітність ґрунтів за рядами біогенізації та зволоження

Ряди	Чорноземні	Дернові	Буроземні	Торфові	Алювіальні
Суперсухі	Каштанові	Сіроземи	Буроземи примітивні	Торфові суперсухі	Алювіальні примітивні
Дуже сухі	Темно-каштанові	Ясно-каштанові	Буроземи слабозрозвинені	Торфові дефльовані	Алювіальні слабо-розвинені
Сухі	Чорноземи	Дернові	Буроземи коротко-профільні	Торфові сухі	Алювіальні коротко-профільні
Сухуваті	Лучновато-чорноземні	Лучновато-дернові	Лучновато-буроземні	Торфові пересушені	Алювіально-лучноваті
Свіжуваті	Лучно-чорноземні	Лучно-дернові	Лучно-буроземні	Торфові осушені	Алювіально-лучні
Свіжі	Лучні потужні	Лучні	Буроземи кислі	Торф’янисто-глейоваті	Алювіально-лучні потужні
Вологі	Чорноземно-лучні глеєві	Лучні глеєві	Буроземи глеєві	Торф’янисто-глейові	Алювіально-лучні оглеєні
Сирі	Чорноземно-лучно-болотні	Лучно-болотні	Буроземи лучно-болотні	Торфово-глейові	Алювіально-лучно-болотні
Мокрі	Переґнійно-глейові	Болотні мінеральні	Глейові	Мулуваті торфові	Алювіальні болотні

Під дією переміщення вологи формується перерозподіл речовини. Під дією гравітаційних сил формується інфільтраційний потік ґрунтової вологи, він заволакає за собою речовини, що знаходяться в його різноманітних розчинах (іонних, колоїдних, суспензій),

відбувається елювіювання або винос речовини. Елювіальний ряд найбільше поширення має в лісовій зоні, де кількість опадів значно переважає випаровування. В результаті цього формуються вилугувані (ВЛГ), опідзолені (ПДЗ), осолоділі (ОСЛ) ґрунти.

В результаті процесів гідрогенізації, під дією поверхневого натягнення відбувається переміщення речовин з ґрунтових вод по ґрунтових капілярах, особливо, легкорозчинних солей, катіонів натрія, і накопиченню їх в ґрунтах. В залежності від мінералізації ґрунтових вод, хімічного складу порід, режиму зволоження розвиваються засолені (ЗСЛ), солонцюваті (СЛН) ґрунти. Ґрунти в яких не формуються внутрішні потоки речовини є нормальними (Н).

Таким чином, виділяється ряд ґрунтів по фактору переміщення ґрунтових розчинів:

$$P_n = \{ \text{ВЛГ, ПДЗ, ОСЛ, Н, ЗСЛ, СЛН} \}.$$

Ґрунти наслідують від ґрунтоутворної породи гранулометричний склад мінеральної складової. В процесі ґрунтоутворення до нього додаються елементи органічної речовини, зазвичай колоїдної (мулуватої) фракції.

Гранулометричний склад стає більш важким. В першому наближенні можна використовувати ряд гранулометричних елементів, аналогічний застосованому для ґрунтоутворних порід, але в ґрунтознавчих класифікаціях застосовується більш детальний ряд. Вважається, що в природі може виникати наступний ряд гранулометричного різноманіття: кам'янисті (КМ), рихлі піщані (РП), зв'язні піщані (ЗП), супіщані (СП), легкосуглинисті (ЛСГ), середньосуглинисті (ССГ), важкосуглинисті (ВСГ), легкоглинисті (ЛГЛ), середньоглинисті (СГЛ), важкоглинисті (ВГЛ). Таким чином, формується ряд гранулометричного (механічного, зернового) складу ґрунтів:

$$P_m = \{ \text{КМ, РП, ЗП, СП, ЛСГ, ССГ, ВСГ, ЛГЛ, СГЛ, ВГЛ} \}.$$

Для відображення різноманіття ґрунтів за багатьма рядами необхідно використовувати більш складні багатомірні таблиці. Різноманіття ґрунтів з зазначених рядів може включати 58320 феноменів. Для степової зони різноманіття може складатися з 14580 феноменів. Потужність реального абіотичного різноманіття порушених гірничими роботами земель, з урахуванням різноманіття поверхонь та порід є ще більшою. Це створює практично необмежені можливості розробки технологій біогеодиверсифікації порушених земель.

Основні засади технології активізації відновлення ґрунтів. Основним елементарним ґрунтоутворним процесом є біогенізація, або

накопичення органічної речовини. Він лежить в основі подальшого розвитку екосистем. В природних умовах цей процес розтягується на сотні років, зі щорічним накопиченням біомаси, формуванням мортмаси, переробкою мортмаси за участі ґрунтової фауни, мікрофлори, фізичних агентів. Породи порушених гірничими роботами земель не вміщують необхідної сукупності організмів, тому потрібно подолати послідовність стадій розвитку цілої сукупності організмів як по кількості, так і по видовому складу. Складну послідовність природних стадій можна замінити внесенням готової органічної речовини з відходів виробництва (комунальних, харчових, переробних, сільськогосподарських підприємств). Особливо ефективним є внесення осадів стічних вод. Осади накопичуються в величезних обсягах, стають загрозою для навколишнього середовища. Тільки підприємство КП „Кривбасводоканал” на своїх полігонах має понад 150 000 т осадів, які займають територію понад 10 га.

Внесення осадів стічних сприяє активізації відновлення екосистем тільки в разі переведення їх в такий стан, коли параметри хімічного складу, фізичних і біологічних властивостей знаходяться в оптимальному для рослин і ґрунтів інтервалі.

Очевидно, що основною проблемою, яка стримує використання осадів стічних вод при веденні сільського господарства в якості органічних добрив, є їх забруднення важкими металами. Навіть за умови середнього вмісту важких металів нижче ПДК, не виключається небезпека нерівномірного внесення осадів та локального забруднення, забруднення шляхом повторного внесення в результаті дії акумулятивного ефекту, залпового забруднення стічних вод і осадів, яке не виявляється засобами контролю. За таких умов, використання осадів стічних вод в якості добрив на чорноземах, несе з собою ризику забруднення родючих ґрунтів та незворотних змін в їх стані. Практика свідчить, що власник краще втратить можливість використання додаткових кількостей поживних речовин, але уникне загрози втратити все. Актуальність цієї проблеми зберігається і при використанні осадів в зеленому будівництві, коли небезпечні речовини можуть потрапити в найближче оточення людини в містах і селах.

Дослідження розкривних порід показали загалом невисокий вміст важких металів в порівнянні з сучасними ґрунтами. Вміст важких металів в розкривних породах виявився в кілька разів менше кларка (таблиця 4). Це, в цілому, співпадає з теоретичними узагальненнями про біогенне походження аномалій вмісту важких металів, що спостерігається на поверхні Землі. За цією гіпотезою рослини „викачують” важкі метали на поверхню, де вони розповсюджуються за допомогою природних агентів (поверхневий стік та вітер). В глибоких шарах землі не спостерігається високого вмісту важких металів, особливо, в шарах, які відповідають епохам, позбавленим органічного світу (рослин та тварин). Виходячи з цього, застосування осадів стічних вод на розкривних породах екологічно виправданим. Внесення надлишків важких металів на розкривні породи в загальному випадку сприятиме досягненню ґрунтами рівня регіонального кларку.

Якщо маємо високий вміст окремих важких металів в розкривних породах, то генезис цієї аномалії має виток в особливих умовах, які склалися під час їх формування в прадавні часи. Ця аномалія не може співпадати ні в часі, ні в просторі з вмістом важких металів в осадах стічних вод. Отже, осад стічних вод не можуть вміщувати кількість важких металів, яка б істотно збільшувала їх вміст у вторинних ґрунтах.

Багаторічні дослідження впливу на ґрунти органічної речовини дозволили запропонувати основні прийоми біогенізації порід порушених земель для активізації відновлення ґрунтів:

1. Внесення невеликих об’ємів стічних вод або перепрілих осадів (0,5 дм³) в лунки під час посадки в них насіння деревних та чагарникових видів. Таке дискретне внесення органічної речовини в нормах не вимагає наявності великих обсягів відходів (до 5 м³/га). Застосування такого прийому дозволило стимулювати проростання насіння дуба звичайного.

2. Внесення на поверхню ґрунту суміші насіння, стічних вод, або їх перепрілих осадів. Після внесення восени суміш встигає накопичити достатньо вологи та навесні органічна речовина починає свою дію по збільшенню елементів живлення, агрегування ґрунтів. Використання таких величезних об’ємів осадів (до 1000 м³/га) одночасно вирішує проблему їх утилізації.

3. Накопичення сирих осадів для компостування. На порушених землях можливе створення накопичувачів сирих осадів стічних вод, в яких проходять процеси остаточного зневоднення та компостування. Через 3-5 років, після створення такого накопичувача, перепрілі осадки можна використовувати для біогенізації гірських порід.

Таблиця 4 – Коефіцієнт концентрації K_k важких металів в розкривних породах відвалів Кривбасу

Розкривна порода	K_k						
	Pb	Cd	Zn	Mn	Cu	Cr	Ni
Сланці	0,62	< 0,2	1,2	0,20	0,68	1,2	1,17
Глини	0,75	< 0,2	0,01	0,52	0,68	<0,01	0,68
Суглинки	0,81	<0,2	0,74	0,31	0,21	<0,01	0,29
Вапняки	0,75	<0,2	0,24	0,20	0,12	<0,01	0,17
Кварцити	0,94	<0,2	0,10	0,11	0,09	<0,01	0,29
Технічна суміш	0,75	<0,2	0,46	0,25	0,27	<0,01	

Примітка. Коефіцієнт концентрації K_k - відношення вмісту хімічного елемента до його кларку в літосфері. Використано кларк в літосфері за А.П. Виноградовим [24].

Основи технологій відновлення біорізноманіття рослинних елементів вторинних екосистем. Для створення рослинності на порушених землях традиційно використовується технологія рекультивативації. Рекультиво-

вані землі, зазвичай, передбачається використовувати в сільському господарстві під ріллю або в лісовому господарстві для створення штучних насаджень деревних порід. В сільському господарстві відбувається пос-

тійна сівозміна монокультур, таким чином, створення рослинних елементів вторинних екосистем, навіть, не передбачається. В лісовому господарстві створюються, головним чином, моноценози перспективних деревних порід (акація біла, сосна звичайна та інші). Технології фактично спрямовуються на знищення біорізноманіття.

Дослідження розвитку фітоценозів вторинних екосистем порушених гірничими роботами земель свідчать, що природа здатна сама відновити біорізноманіття без участі людини, але на це їй потрібно сотні років. Майже 40 років проходив процес природного відновлення степових угруповань в заказнику „Візирка”, домінуюче положення в яких належить одному з основних степових злаків келерії гребінчастій (*Koeleria cristata*), лише в останні роки стали з'являтися поодинокі особини ковили Лессінга (*Stipa lessingiana*), що занесений до Червоної Книги України.

Таким чином, достатньо забезпечити охорону рослинного покриву від тривіального антропогенного впливу (пожеж, випасання худоби, розорювання) і відновлення рослинного біорізноманіття відбудеться через реалізацію функції самовідновлення екосистем. Але, таке відновлення відбувається тільки на окремих ділянках з рівною поверхнею на м'яких породах з переважанням суглинків та глин, для повного відновлення біорізноманіття потрібно зачекати, ще кілька десятків років. Природні механізми діють поступово та неквапливо, вони суттєво залежать від випадкових подій (кліматичних умов, коливаннями стану популяції рослин та тварин).

Розробка технологій прискореного відновлення рослинного біорізноманіття дозволить повної мірою використати потенціал родючості отриманий від активізації відновлення ґрунтів, забезпечити створення базового елемента вторинних екосистем, розвиток зооценозу та біорізноманіття тварин.

Відповідно до абіотичного різноманіття земель здійснюється вибір видів рослин, що використовуються для відновлення екосистем [25].

На м'яких породах можна достатньо успішно використовувати традиційні технології створення рослинності (оранка, боронування, планування, посів, ущільнення, внесення добрив та інші) і технічні засоби які

розроблено для потреб сільського господарства (трактори, плуги, борони культиватори, сівалки та ін.).

Використання традиційних технологій відновлення рослинності на порушених землях може бути обмежено кам'янистістю технічних сумішей, які зазвичай потрапляють на поверхню. Каміння заважає нормальному функціонуванню робочих органів машин та механізмів, може бути причиною зламу коренок шурфобурів, лемешів плугів, культиваторів. Тут можлива тільки поверхнева обробка ґрунту. На кам'янистих ґрунтах можливе застосування технологій нанесення на поверхню порід спеціальних сумішей, які мають в своєму складі насіння, або інші органи рослин, які пристосовані до розмноження (спори, цибулини, бульби, кореневища, тощо).

Для доставки сумішей на поверхню можуть використовуватись традиційні розкидувачі, зрошувальні машини, оприскувачі, та інші сільськогосподарські технічні засоби. При розробці оригінальних пристроїв треба виходити з необхідності подолання перешкод поверхні або можливості переміщення сумішей на значні відстані 10-100 м без переміщення технічних засобів. Розробку машин та механізмів для роботи на стріжках схилах необхідно вести в напрямку зниження положення їх центра тяжіння над поверхнею землі, збільшення площі зчеплення з поверхнею, вирівнювання базових елементів паралельно горизонтальній площині.

Перспективним напрямком розробки технологій відновлення рослинності, особливо в степу є використання рулонних технологій. В контрольованих умовах (родючі ґрунти, зрошення внесення мінеральних добрив) можна створити лучну або степову дернину, яка здатна зберігати розвинені рослини, будь-якого різноманіття. Ця технологія давно і успішно використовується для створення трав'яних газонів при зеленому будівництві. На поверхню породи спочатку наноситься шар штучного ґрунту потужністю 10-20см, а на нього дернина. Таким шляхом, можна відновлювати степову рослинність, яка стала рідкісною в нашій країні через надмірне розорювання земель. Більшість видів ковили, що входять до Червоної Книги України, можна відновити застосовуючи технологію рулонної дернини. Степові пер-

воцвіти, в тому числі й ті, що належать до рідкісних, можна відновлювати за аналогічними технологіями. Таким чином, швидко створюється рослинний покрив, пристосований до степових умов, який здатний перешкоджати ерозійним, дефляційним та іншим деградаційним процесам.

Створення екологічних коридорів як засіб забезпечення біогеодиверсифікації порушених земель. Екологічний коридор є основним функціональним елементом системи. Він забезпечує єдність системи через зв'язки між ядрами, які відіграють в екомережі основну, але, дещо, пасивну роль. Як всяка природна система екологічна мережа має складну структуру. Ієрархія структури екологічної мережі забезпечується через формування структури її елементів. Структура екологічних коридорів передбачає за законом формування двох елементів: екокоридора та його буферної зони [3]. Функціонування екокоридора для збереження біорізноманіття можна забезпечити тільки через створення множини коридорів зі спеціалізованої структурою, або через коридор зі складною структурою. І в тому, і в іншому випадку передбачається існування різноманіття структур екокоридорів. Виходячи з загальних засад створення екокоридорів [26] можна визначити просторове різноманіття екокоридорів.

Реалізація геометричних підходів дає підстави виділяти в екокоридорі-лінії характерні точки, які впливають на переміщення біоти: точки входу, виходу, розгалуження, точки переривання, перетину. На точках перетину екокоридору та техногенних бар'єрів (залізниця, автодороги, канали гідротехнічних споруд та інші) необхідне облаштування екотехнічних розв'язок [27].

Територіально екокоридор являє собою полосу, зонування якої забезпечує виконання функцій переміщення біоти. Таким чином, можна виділити наступні функціональні зони:

- транзиту (витягнуті контури, не мають перешкод на шляхах міграції та розповсюдження біоти);
- накопичення (ізометричні контури, мають умови для перепочинку, живлення живих організмів);
- відновлення (техногенно порушені землі);

- збереження (ареали рідкісних рослин та тварин).

В екокоридорі формується потік живих організмів, або біотичний потік.

Біотичний потік (БП) закономірних переміщень виражається формулою:

$$BP = \sum_{i=1}^n (v_i q_i m_i t_i),$$

де v_i - середня швидкість переміщення окремого живого організму виду i ; q_i - кількість особин виду i ; m_i - біомаса організму виду i ; n - кількість видів.

Біотичний потік значно переважає за потужністю всі інші матеріальні потоки, що формуються в екокоридорі (ерозійний, дефляційний, геохімічний), тому що здатність до переміщення (в більший, чи в менший мірі) являє собою одну з основних ознак живого організму. Біогеоценози та ландшафти є системами територіальними з вираженою абіотичною складовою, тому вони не здатні переміщуватись у просторі. З цього ясно, що екокоридори сприяють переміщенню і, таким чином, збереженню видового різноманіття, насамперед тварин, в яких рухливість виражена набагато сильніше, ніж у рослин.

Екосистеми, як сховища пристосованих до конкретних умов існування груп видів, консорцій можуть сприяти формуванню подібних до себе вторинних екосистем, таким чином, віртуально експортувати себе через екологічні коридори, або через рух видів.

Система класифікації біотичних потоків може бути побудована на основі кібернетичних та біологічних ознак (таблиця 5).

В загальному вигляді переміщення можна розділити на детерміновані (закономірні) та випадкові. Закономірні переміщення є вираженням життєвих циклів живих організмів, вони зазвичай бувають періодичними. Випадкові переміщення виникають в разі стохастичних змін умов існування, в більшості випадків кліматичних.

Біотичний потік загалом є континууміальним (безперервним) в просторі, але іноді в ньому проявляються дискретні ознаки: зміни середовища, обмеження по ареалу, фації, зони. Безперервною категорією є час, але в часі формуються дискретні біотичні потоки, які формуються в окремі періоди розвитку організму популяції виду, екосистеми. Загально відомим є біологічний механізм боро-

тьби за існування. Цей механізм може як сприяти, так і заважати процесам переміщення по екокоридорах. Загострення боро-

тьби за існування формує конфліктний режим біотичного коридору, послаблення - лояльний.

Таблиця 5 - Ознаки класифікації біотичних потоків екологічного коридору

Ознака класифікації	Зміст
Визначеність	Детермінований, стохастичний
Перервність	Дискретний, континуумальний
Узгодженість	Конфліктний, лояльний
Біологічне царство	Рослинний, тваринний
Середовище переміщення	Геохори, гідрохори, пневмохори
Механізм переміщення	Автохори, анемохори, антропохори, барохори, зоохори, пер-вольвент
Механізм перенесення гамет (полових клітин)	Автогамія, гідрофілія, анемофілія, зоофілія, протандрія, протерогонія

Принципово відрізняються механізми переміщення в царствах природи, зокрема, тварин та рослин. Рослини більшу частину свого циклу розвитку залишаються на місці і можуть переміщуватись, головним чином, у вигляді діаспор (насіння, спор, зачатків). Тварини мають спеціальні органи та системи органів, які забезпечують їм активне переміщення у просторі.

Таким чином, біотичний потік розподіляється за біологічними ознаками на два різні рукави: тваринний та рослинний. За середовищем переміщення виділяються на землі - геохори, в воді - гідрохори, в повітрі - пневмохори. Живі організми мають спеціальні та різноманітні механізми для переміщення в просторі. Класифікація механізмів переміщення за основним агентом може використовуватись як традиційно для рослин, так і для тварин. Велике значення для обміну генетичним матеріалом, особливо для рослин, має механізм перенесення полових клітин (гамет). На основі геометричних, функціональних, класифікаційних ознак формується територіально-функціональна структура екологічного коридору, в якій виділяються перш за все шляхи і схованки. Будь-який організм не може, безперервно здійснювати функції: розмноження, росту, фотосинтезу, переміщення та інші. Він потребує періоду накопичення енергетичних запасів, відновлення здатності до здійснення функції на всіх рівнях від молекулярного до біосферного. Отже, переміщення повинно, супроводжуватись зупинками, на яких живі організми можуть отримувати можливість до від-

починку, живлення, саморегуляції, самовідтворення, самовідновлення. Території, де здійснюються названі функції, в умовах інтенсивного антропогенного та техногенного навантаження, являють собою схованки живого.

Вони повинні бути захищені від зовнішнього втручання, мати різноманітні абіотичні умови, щоб забезпечити біорізноманітний потік різноманітними умовами існування. Цим вимогам найкраще відповідають техногенні ландшафтні заказники [24].

Загальна структура екологічного коридору (рисунок) включає наступні елементи: шляхи, схованки, розгалуження, екотехнічні розв'язки, буферні зони. Базовими елементами є шляхи та схованки, екотехнологічні розв'язки та буферні зони забезпечують функціонування базових. Розгалуження екокоридору можуть виникати з природних та техногенних причин. Природними являються гідрографічні, геоморфологічні розгалуження, за якими слідує біотичні потоки. Для подолання техногенних перешкод (забудова, забруднені території) біотичний потік вимушений відхилитися від напряму слідування та обходити перешкоду з боків.

Таким чином, через вплив на структуру, ознаки та показники екокоридору можливе формування технологій біогеодиверсифікації порушених гірничими роботами земель.

Визначення множин абіотичного різноманіття на більш детальному рівні можливе із застосуванням існуючих класифікацій поверхонь, порід, ґрунтів. Застосування технологій внесення осадів стічних вод в подаль-

шому необхідно уточнювати в залежності від умов застосування. На основі проведених узагальнень можливе створення класи-

фікації екокоридорів, для використання її для розробки технологій відродження порушених земель.

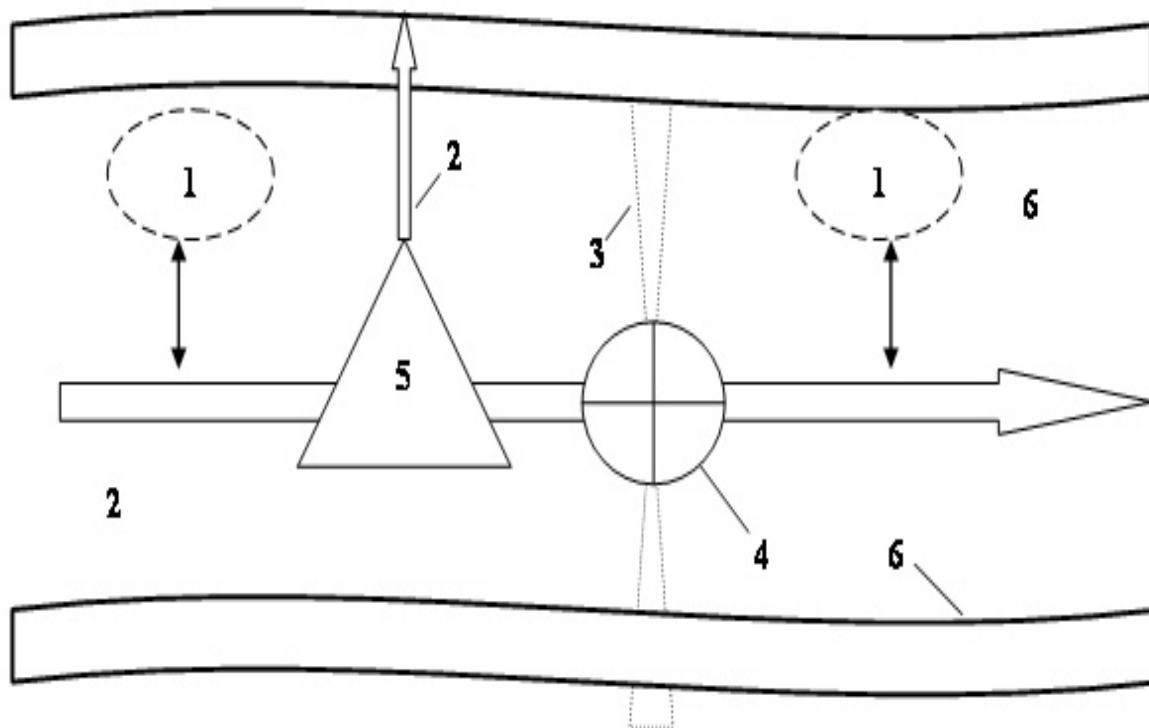


Рисунок - Загальна структура екологічного коридору:
1- схованки; 2 - шляхи; 3 - бар'єр; 4 – екотехнологічна розв'язка;
5 – розгалуження; 6 - буферні зони

Висновки

1. Абіотична різноманітність представляє собою систему різноманітності поверхні, порід та ґрунтів. Різноманітність поверхні в першому наближенні формується з матеріального (транзитивні, стабільні, акумулятивні) та енергетичного (жаркі, помірні, холодні) рядів. Різноманітність порід в першому наближенні формується з генетичного (магматичні, осадкові, метаморфічні) та гранулометричного рядів (монолітні, кам'яністі, піщані, пилуваті, мулуваті). Різноманітність ґрунтів формується з рядів біогенізації, станів зволоження, переміщення ґрунтових розчинів, гранулометричного складу та інших. Тільки в степовій зоні можливе формування понад 14 580 елементів різноманітності ґрунтів.

2. Внесення органічної речовини відходів господарства створює можливість швидкого розвитку процесів біогенізації у вторинних

ґрунтах порушених земель. Внесення осадів стічних вод не може привести до накопичення у вторинних ґрунтах важких металів вище значень регіональних кларків.

3. Прискорення відновлення рослинності необхідно здійснювати внесенням в штучні суміші насіння та інших органів відновлення рослин, нанесенням на поверхню штучної дернини.

4. Формування екокоридору є складовою системи технологій біогеодиверсифікації найвищого рівня. Потужність екокоридору визначається через показник біотичного потоку. Екокоридори сприяють відновленню на порушених землях біорізноманіття, в першу чергу, тварин. Формування системи екокоридорів сприяє успішному функціонуванню механізму відновлення біорізноманіття порушених гірничими роботами земель.

Перелік посилань

1. Лисецкий Ф.Н., Голушов П.В., Кухарук Н.С., Чепелев О.А. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покровов в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах // Электронный журнал „Исследовано в России”; <http://zhurnal.ape.relam.ru>.
2. Сметана С. М. Рекультивация, ремедиация, ревитализация, відновлення та відродження земель – необхідність усвідомлення // Мат. молод. наук. конф. „Проблеми розвитку наук про Землю в баченні молодих науковців”. – Київ, 2008. – С. 11-12.
3. Закон Украины ”Про екологічну мережу України” // Відомості Верховної Ради України. – 2004. - № 45. - С. 1841-1848.
4. Емельянов И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем – К., 1999. - 168 с.
5. Мейен С.В. Основные аспекты типологии организмов. // Журнал общей биологии. – 1978. - № 4.
6. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь . – М.: Наука, 1990. – 544 с.
7. Вавилов Н.И. Пять континентов. - М.: Мысль, 1987. – 171 с.
8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. - М., 1959. – 254 с.
9. Бельгард А.Л. Введение в типологию искусственных лесов степной зоны. // Искусственные леса степной зоны Украины. - Харьков: И-во ХГУ, 1960. - С. 33-55.
10. Чайковский Ю.В. Эволюция. - М.: Центр системных исследований – ИИЕТ РАН, 2003. - Вып. 22. - 472 с.
11. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. - М.: ИКИ, 2002. – 666 с.
12. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. - М.: Мысль, 1972. – 423 с.
13. Голубець М.А. Екологія. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
14. Булыгин С. Ю., Неаринг М.А. Формирование экологически сбалансированных ландшафтов: проблема эрозии. – Харьков: Изд-во Эней. ЛТД, 1999. – 271 с.
15. Shary, P.A., Sharaya, L.S., Mitusov, A.V., 2002. Fundamental quantitative methods of land surface analysis. Geoderma. - V. 107. - No. 1-2. - P. 1-32.
16. Трошкина Г.Н. Математическое моделирование процессов теплообмена в системе «солнечный коллектор – аккумулятор тепла» /Авт. реф. дисс. канд. техн. наук. – Барнаул, 2006. – 22 с.
17. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. –М.: Наука, 1974. – 167 с.
18. ГОСТ 17.5.1.03-86 Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.
19. Справочник по горнорудному делу. - М.: Недра, 1983. – 816 с.
20. Скрипник О.А. Влияние гидрофизических свойств поверхностных горизонтов техногенных почв на формирование водного режима. // Мат. 3-й Міжн. наук-практ. конф. ”Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів”. – Дніпропетровськ, 2005. – Частина II. - С. 196-199.
21. Крупеников И.А., Махлин Т.Б. и др. Статистические параметры состава и свойств почв Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1987. – Ч. I. - 156 с.
22. Дидух Я.П. Структура классификационных единиц растительности и ее таксономические категории. // Екологія та ноосферологія. - 1995. – Том 1. - № 1-2. – С. 56-73.
23. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
24. Классификация почв России. – М., 2000. – 234 с.
25. Розанов Б. Г. Генетическая морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1975. – 293 с.
26. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почве. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 237 с.
27. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. и др. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем). – Дніпропетровськ: Монолит, 2007. – 270 с.

28. Шапарь А.Г., Скрипник О.А. Ландшафтно-гидрогеографические подходы к созданию экологической сети. // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. – 2002. - № 5-6. - С. 67-71.
Воровка В.П. Геоекоекологічне обґрунтування оптимізації екоінфраструктури Запорізької області / Автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.11 Тавр. нац. ун-т ім. В.І. Вернадського. — Сімферополь, 2001. - 20 с.

O.A. Skrypnyk

**DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC
BASES OF TECHNOLOGIES OF
BIOGEO-DIVERSIFICATION LANDS,
BROKEN MINING WORKS, FOR BUILDING
ECOLOGICAL NET**

*Institute of Problems on Nature Management & Ecology, National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Basic rows of abiotic variety of surfaces, breeds, soils was determined. Bases of technologies are developed for proceeding in soils and vegetation of lands, broken by mining works. The basic principles of developed methods of the use of ecological corridors are offered for proceeding biodiversity.

*Надійшла до редколегії 30 жовтня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн наук М.А Ємцем*

ЧАСТИНА 3. ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

УДК 622.271:502.31

П.И. Копач

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,
Днепропетровск*

Розглянуто методологію вибору природоохоронних технологій в умовах функціонування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалини.

Рассмотрено методологию выбора природоохранных технологий для условий функционирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки месторождений полезных ископаемых.

Человечество перерабатывает примерно 100 миллиардов тонн сырья в год, при этом перемещает в процессе его добычи на порядок больше горной породы. При добыче и переработке сырья используется до 1000 миллиардов тонн воды. Все эти процессы не характерны для природы, они не вовлечены в современные естественные круговороты вещества, поэтому вызывают загрязнение окружающей среды. А если учесть, что человек использует всего лишь 2% от массы извлекаемого им из недр сырья, а остальное идет в отвалы, внося свой вклад в разрушение экосферы, то неэффективность современного природопользования становится еще более очевидной. По сути дела, человечество производит главным образом отходы и во все увеличивающейся степени. Особенно это относится к горнодобывающей деятельности, в результате которой активно изменяются веками сложившиеся геохимические циклы, преобразуются или уничтожаются ландшафты, гидрогеологические и поверхностные водные системы, биологические сообщества и многое другое.

Именно технический прогресс является тем механизмом, который вызвал процессы деградации экосферы. Если объем совокупного мирового продукта вырос в XX столетии более чем в 20 раз, то и масса и объем загрязнений возросли не в меньшей степени.

Вместе с тем на технический прогресс

возлагаются большие надежды по решению основных экологических проблем. В самом деле, внедряя природоохранные технологии можно решить (или смягчить) многие экологические проблемы, добиться относительно быстрых результатов в управлении состоянием экосферы.

Возникает естественный вопрос, почему до сих пор этот мощный ресурс не задействован надлежащим образом для решения как экологических проблем природопользования в целом, так и экологических проблем, вызванных горнодобывающей деятельностью? Можно ли с его помощью в условиях регионов с интенсивной горнодобывающей деятельностью снизить негативное влияние горных технологий на природную среду до неопасного для территории уровня? Как должно функционировать горнодобывающее предприятие, чтобы приносить максимум прибыли и оказывать минимально возможное негативное воздействие на окружающую среду? Исследованию этого и некоторых других вопросов посвящена настоящая статья.

Для правильного понимания излагаемой в статье методологии выбора природоохранных технологий в условиях функционирования горнодобывающих предприятий с открытым способом разработки необходимо уточнить, что речь будет идти не только об оптимизации природопользования на территории в пределах горного отвода предприятия, где происходит разрушение всех компонент литосферы, и где осуществляются горнодобы-

вающие технологические процессы. В качестве определяющих будут рассмотрены условия минимизации техногенного воздействия на территории за пределами земельного отвода предприятия. При этом под оптимизацией подразумевается процесс достижения такого уровня воздействия горных технологий на окружающую среду, при котором природная среда сопредельных территорий будет сохранять способность ассимилировать эти воздействия, или адаптироваться к ним в течение определённого периода времени.

Изучая и оптимизируя техногенную составляющую природно-технологической системы, очень важно знать степень устойчивости к техногенным воздействиям природных составляющих окружающей среды. Экологическое совершенство или несовершенство горнодобывающих технологий обуславливается возможностью достижения минимума последствий их деятельности, выражаемых в виде различного рода повреждений компонентов окружающей среды (выбросы и сбросы, изменение ландшафта и гидрогеологического режима, невозобновляемое уничтожение части минеральных, почвенных, лесных, водных и других ресурсов). Учитывая чрезмерно широкий спектр влияющих факторов (горно-геологических, технологических, экологических) нами, для осуществления выбора способов экологической гармонизации технологий горных работ, выполнена систематизация природных условий залегания месторождений полезных ископаемых.

Наиболее общая классификация способов добычи минерального сырья по степени негативного воздействия на окружающую среду представлена в таблице 1. Принципиальным различием открытого и подземного способов добычи являются особенности выемки полезного ископаемого из массива горных пород. При подземном способе добычи из массива горных пород извлекается только полезное ископаемое, что обуславливает минимальное нарушение породного массива, а, следовательно, и природной среды.

Открытый способ разработки характеризуется выемкой как полезного ископаемого, так и вмещающих пород. В данном случае степень нарушенности природной среды в наиболее общем случае может быть определена по соотношению средних и текущих коэффициентов вскрыши. По среднему коэффициенту вскрыши устанавливается оцен-

ка воздействия на массив пород для всего месторождения, по текущему – для конкретного периода его эксплуатации. При подземных работах объем извлекаемых пород для всего месторождения определяется объемом горно-капитальных работ, которые включают проходку стволов, квершлагов, штреков по пустым породам. Для расчета текущего коэффициента берутся объемы, выполняемые за определенный период эксплуатации. Интенсивность технологического воздействия на окружающую среду обусловлена производительностью способов добычи по горной массе.

Градации негативного воздействия характеризуется балльной оценкой, которая приведена в таблице 1 и имеет следующие значения: воздействия отсутствуют – 0 баллов; незначительные воздействия – 1 балл; слабые воздействия – 2 балла; средние воздействия – 3 балла; мощные воздействия – 4 балла; очень мощные воздействия – 5 баллов.

Балльная оценка воздействия выполнена по результатам использования комбинации экспертного метода и метода математического моделирования. Метод экспертных оценок использован при выборе критериев оценки и установления балльности по отдельным воздействиям горнодобывающего предприятия на природную среду. Метод математического моделирования – при сведении систем локальных оценок в единую комплексную оценочную систему [1,2].

Из таблицы 1 видно, что в общем виде диапазон оценок воздействия на окружающую среду той или иной технологии настолько широк, что они могут иметь какое-либо практическое значение только при наиболее грубой сравнительной оценке открытого и подземного способов разработки. Разброс оценочных значений объясняется как большим разнообразием природных условий залегания месторождений, так и имеющимся у горняков диапазоном технологических возможностей. В этой связи, для конкретизации оценок и сравнений целесообразно выполнить систематизацию природных условий залегания месторождений полезных ископаемых с точки зрения сложности их разработки и ценности нарушаемых при разработке ландшафтов.

При оценке природных условий залегания месторождений полезных ископаемых

рассмотрены только те факторы, от которых в наибольшей степени зависят параметры техногенного воздействия на природную среду (таблица 2). Они объединены в пять

групп, при этом с возрастанием номера группы возрастают отрицательные экологические последствия горнодобывающих работ.

Таблица 1- Оценка степени негативного воздействия на окружающую среду способов и технологий разработки месторождений полезных ископаемых

Условия залегания	Способ разработки	Технология производства работ	Компоненты природной среды, подвергающиеся воздействию	Бальная оценка воздействия
Крутопадающие	Открытые горные работы	Транспортная с внешним отвалообразованием	Земли	4 - 5
			Подземные воды	2 - 3
			Поверхностные воды	2 - 5
			Воздух	3 - 5
		Транспортная с внутренним отвалообразованием	Земли	2 - 3
			Подземные воды	2 - 3
	Поверхностные воды		2 - 3	
	Воздух		2 - 3	
	Подземные горные работы	Без закладки выработанного пространства	Земли	2 - 4
			Подземные воды	2 - 4
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	0 - 2
С закладкой выработанного пространства		Земли	0 - 1	
		Подземные воды	0 - 1	
		Поверхностные воды	0	
		Воздух	0 - 2	
Горизонтальные	Открытые горные работы	Бестранспортная	Земли	3 - 4
			Подземные воды	2 - 5
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	1 - 2
		Транспортная Комбинированная	Земли	3 - 4
			Подземные воды	2 - 5
			Поверхностные воды	2 - 3
			Воздух	1 - 3
	Подземные горные работы	Без закладки выработанного пространства	Земли	0 - 5
			Подземные воды	2 - 4
			Поверхностные воды	1 - 3
			Воздух	0 - 1
		С закладкой выработанного пространства	Земли	0 - 1
			Подземные воды	0 - 1
			Поверхностные воды	0 - 1
			Воздух	0 - 1

Как следует из таблицы 2, для открытых горных работ в большинстве случаев, чем сложнее природные условия залегания пласта полезного ископаемого, тем значительнее негативное воздействие горнодобывающей деятельности, и, следовательно, существеннее затраты материальных, энергетических и природных ресурсов, которые необ-

ходимо расходовать для снижения техногенного воздействия на окружающую среду. И, наоборот, при простых горно-геологических условиях залегания эти воздействия, как и затраты ресурсов, незначительны.

В этой связи можно утверждать, что существуют территории, в пределах которых

воздействия от применения открытых горных работ или незначительны, или в результате этих воздействий происходит повышение качества природной среды. Поэтому имеется возможность, например, повы-

сить показатель уникальности ландшафта за счет создания нетрадиционных для данной территории элементов ландшафта, способствующих увеличению биоразнообразия природной среды территории и др.

Таблица 2 - Оценка природных условий залегания месторождений полезных ископаемых при их разработке открытым способом

Показатель	Класс месторождения				
	I	II	III	IV	V
Горизонтальные и пологозалегающие месторождения					
Мощность вскрыши, м	10 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	Более 100
Средняя мощность пласта, м	Более 5	5 - 3	3 - 2	2 - 1	Менее 1
Объем запасов, млн. т	Более 100	100 - 60	60 - 40	40 - 20	Менее 20
Количество водоносных горизонтов, шт.	Отсутствуют	1	2	3	Более 3
Интенсивность водопритока, м ³ /ч	До 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 5000	Более 5000
Крутопадающие месторождения					
Мощность покрывающих пород, м	Менее 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	Более 100
Средняя мощность пласта, м	Более 500	300 - 500	100 - 300	50 - 100	Менее 50
Крепость горных пород по шкале прочности, ед.	8 - 10	5 - 8	3 - 5	2 - 3	0,3 - 2
Размер запасов, млн. т	Более 500	500 - 100	50 - 100	20 - 50	Менее 20
Количество водоносных горизонтов, шт.	0	1	2	3	Более 3
Интенсивность водопритока, м ³ /ч	До 100	100 - 200	200 - 1000	1000 - 5000	Более 5000

Основным стратегическим направлением гармонизации открытых горных работ с природной средой при разработке месторождений III-V класса является локализация нарушений компонентов природной среды путем использования природоохранных технологий, научное обоснование параметров их внедрения при освоении месторождений, и, таким образом, реализация известной концепции замкнутого производства. Весь арсенал применяемых для этих целей способов, мероприятий и технологий целесообразно разделить на две группы.

Первая группа включает собственно ресурсосберегающие технологии, под которыми подразумевается технология добычи минеральных ресурсов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла и с наименьшим воздействием на природные системы и человека. Такие технологии обладают как прямым, так и опосредованным природоохранным эффектом. Например, технология разработки месторождений с внутренним отвалооб-

разованием является ресурсосберегающей технологией за счет экономии энергоресурсов при перемещении вскрышных пород. При этом она обладает и прямым природоохранным эффектом, в связи с исключением необходимости использования дополнительных земельных ресурсов для размещения вскрышных пород за пределами карьера.

Ко второй группе природоохранных технологий относятся применяемые для сохранения компонентов природной среды специальные технологии, которые не имеют непосредственного отношения к добыче полезного ископаемого. К ним относятся широко применяемые в строительстве противодиффузионные устройства «стена в грунте» и другие барражные системы, специальные устройства для подавления пылегазового облака при взрыве, устройства для очистки вод внутрикарьерного водоотлива, специально созданные пыле- и газозащитные древесно-кустарниковые насаждения и др.

При внедрении природоохранных технологий второй группы необходимо учитывать, что при любых горно-геологических условиях разработки на конкретный момент времени существует свой оптимальный уровень снижения техногенного воздействия на природную среду, обусловливаемый, в первую очередь, уровнем развития науки и техники, технологическими особенностями производства, полнотой внедрения новейших технологических решений, ресурсоемкостью реализации природоохранных технологий и нормативно-правовой базой природопользования. Отклонение от него в одну или другую сторону увеличивает суммарное техногенное воздействие на природную среду.

Это объясняется следующим образом. Недостаточное, по отношению к оптимальному, вложение средств на природоохранные цели вызывает существенные потери природных ресурсов сопредельных территорий. Избыточное (по отношению к оптимальному) вложение средств в конкретную природоохранную технологию, несомненно, вызовет дополнительное улучшение экологического состояния территории, однако выход продукции на единицу затрачиваемых природных ресурсов в этом случае снижается, так как часть природных ресурсов изымается из сферы производства продукции и расходуется на создание и эксплуатацию

систем защиты природной среды. Суммарное количество ресурсов, приходящееся на единицу выпускаемой продукции, в этом случае увеличивается, следовательно, обобщенная эффективность природопользования снижается.

Таким образом, теоретически можно утверждать, что горнодобывающая деятельность всегда сопряжена с наличием экологического ущерба. Удовлетворение интересов сторон в существующем конфликте между экономическим ростом и необходимостью сохранения качества окружающей среды в принципе невозможно. В этих случаях приходится говорить о поиске рационального или оптимального решения, которое бы обеспечило в допустимой мере удовлетворение интересов как экологии, так и экономики.

Эта ситуация в самом общем (теоретическом) виде, для различных этапов развития техники и технологии добычи полезных ископаемых представлена на рисунке 1. Оптимальные решения, наилучшим возможным образом удовлетворяющие как экологические, так и экономические интересы, находятся на кривой, обозначенной сплошной линией. Менее выгодные решения находятся внутри области, ограниченной этой линией и осями координат, а решения в области, ограниченной линией оптимума и точкой с координатами (1,1), невозможны.

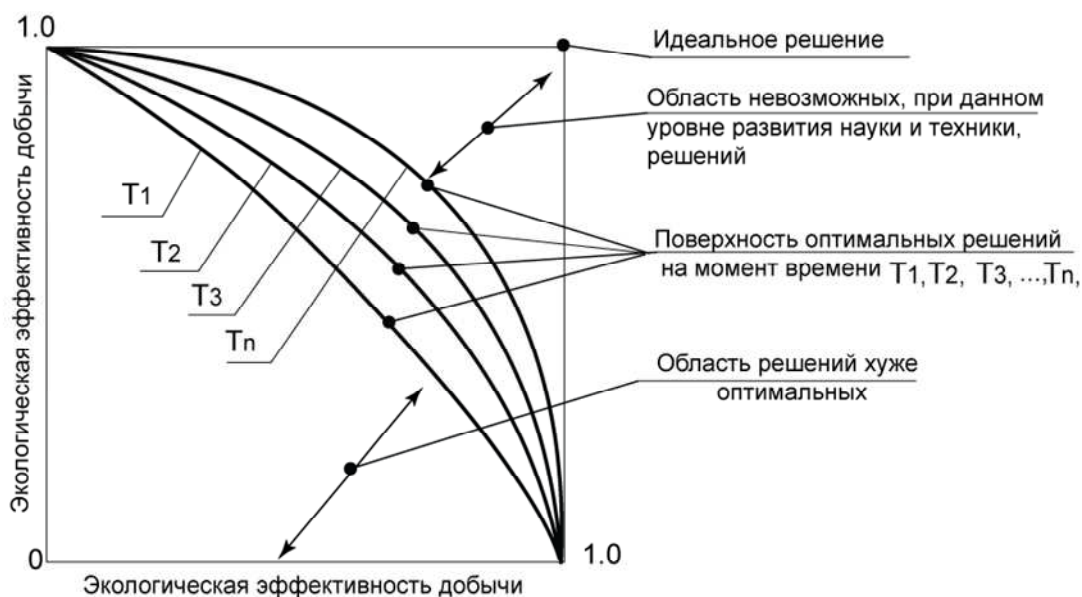


Рисунок 1 - Определение области компромиссных решений в природоохранной деятельности для открытых горных работ

Для обоснования уровня затрат на реализацию природоохранных технологий второй группы в условиях открытых горных работ необходимо разработать методологию, которая позволила бы за счет использования специальных критериев, получать показатели ресурсопотребления, максимально адекватные реальным экологическим и технологическим процессам.

Приведенная в работах [1-3] система экологических оценок применительно к оценке природоохранных технологий требует некоторых уточнений. Для этих целей в наибольшей степени подходит методика, базирующаяся на критерии интегральной экологической ресурсоемкости, однако и для этой методики необходимо ввести дополнения, касающиеся изложенного выше понятия «оптимального уровня техногенного воздействия».

При оценке природоохранных технологий второй группы важным является установление зависимости «расход ресурсов – экологический эффект». Для определения данной зависимости необходимо оценить как затраты ресурсов, которые необходимы для функционирования природоохранных технологий, так и прогноз предотвращенного экологического ущерба. Прогнозирование максимального, остаточного и предотвращенного экологических ущербов может быть осуществлено моделированием процессов полного цикла освоения месторождения. Основные принципы моделирования приведены в работе [4].

Предотвращенный экологический ущерб от внедрения природоохранного мероприятия по конкретному компоненту природной среды \mathcal{E}_i определяются из выражения:

$$U_{np} = U_{max} - U_{ост}, \quad (1)$$

где U_{np} – предотвращенный экологический ущерб; U_{max} – максимальный экологический ущерб; $U_{ост}$ – остаточный экологический ущерб.

Максимальный экологический ущерб, вызванный горнодобывающей деятельностью по i -му компоненту природной среды

U_{max}^i отображает возможные экономические и социальные потери, возникающие в результате повреждения данного компонента в случае отсутствия природоохранных мероприятий в применяемых технологиях добычи полезных ископаемых. Он определяется с учетом продолжительности строительства, эксплуатации, ликвидации горнодобывающего предприятия, периодов устранения последствий горнодобывающей деятельности и контролируемого самовосстановления природных компонентов территории.

Остаточный экологический ущерб по i -му компоненту природной среды $U_{ост}^i$ возникает в случае невозможности полной ликвидации последствий, обусловленных горнодобывающей деятельностью, внедрением природоохранных мероприятий. Он зависит от эффективности природоохранного мероприятия, которая, в свою очередь, обусловлена величиной потребления материальных и энергетических ресурсов на природоохранные нужды.

При внедрении природоохранного мероприятия положительный экологический эффект может наблюдаться по нескольким компонентам природной среды. Например, снижение объема откачивания подземных вод, кроме сохранения подземных водоносных горизонтов, предотвращает воздействие на поверхностные водные системы, земельные ресурсы и биоту в пределах депрессионной воронки.

Нами принята оценка состояния окружающей среды по пяти компонентам.

Графическая интерпретация процедуры оценки и выбора способов и средств защиты природной среды может быть представлена графиком комплексной оценки эффективности (рисунок 2). При этом каждому j -му варианту комплектации природоохранных технологий соответствует точка N_j , абсцисса которой равна величине интегральной экологической ресурсоемкости реализации данного варианта I_j , ордината – показателю экологической эффективности внедрения j -й природоохранной технологии, определяемой по формуле (2).

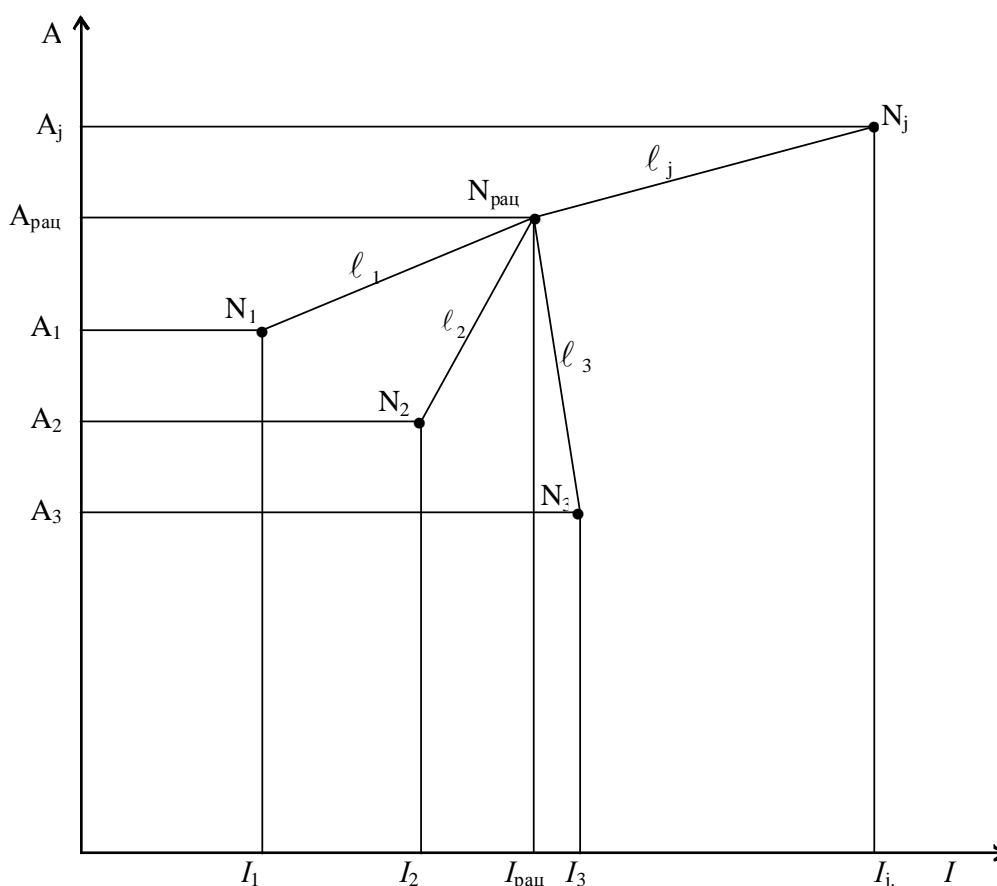


Рисунок 2 - Графическая интерпретация выбора природоохранной технологии

Положение точки N_j по отношению к точке $N_{рац.}$ («идеальный» вариант) определяется величиной l_j , значение которой рассчитывается по формуле:

$$l_j = \left[(N_{рац.} - A_j)^2 + (I_0 - I_j)^2 \right]^{1/2}, \quad (2)$$

где $N_{рац.}(1;1)$ – координаты «идеальной» точки; $N_i(I_j; K_{m.y}^i)$ – координаты точки N_j .

Путем сравнения поочередно каждого конкретного варианта $N_1, N_2, N_3, \dots, N_j$ с A_0 устанавливается его предпочтительность и выбирается наилучший вариант. Условием предпочтительности при этом является:

$$l_{опт.} = \min l_j. \quad (3)$$

Базовая точка $N_{рац.}$, по отношению к которой устанавливаются преимущества и недостатки конкретного варианта, является важной для излагаемого в статье подхода. Поэтому необходимо уточнить принципы установления ее параметров применительно к следующим природным компонентам: недрам, почвогрунтам, подземным водам, поверхностным водам, атмосфере.

Показатель экологической эффективности внедрения j -го природоохранного мероприятия A_j задается в безразмерном виде и определяется по формуле:

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^5 (U_{\max}^i - U_{\text{ост}}^i)}{\sum_{i=1}^5 U_{\max}^i}. \quad (4)$$

Значение A_j изменяется от нуля (предотвращенный ущерб отсутствует) до единицы (остаточный ущерб отсутствует).

Для установления оптимальных параметров внедрения природоохранных технологий (полноты ликвидации последствий техногенного воздействия) ценным является установление зависимости:

$$\eta_j = f(I_j), \quad (5)$$

где I_j – интегральная экологическая ресурсоемкость j -ой природоохранной техноло-

гии; η_j – показатель, отражающий степень восстановления природного компонента, %.

Определение оптимального уровня остаточного техногенного воздействия на природную среду осуществляется с использованием моделей и методик оценки экологических ущербов и ресурсоемкости технологий природопользования [5], которые можно успешно применить и к оценке природоохранных технологий. Экологический ущерб от загрязнения окружающей среды возрастает по мере увеличения нагрузки на нее (рисунок 3).

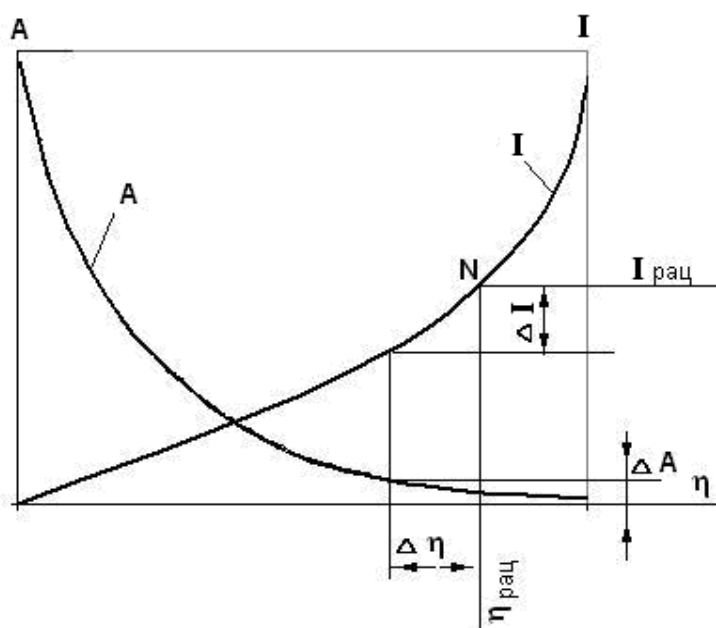


Рисунок 3 - Установление величины рационального остаточного техногенного воздействия на компоненты природной среды

При этом первые порции загрязнения поглощаются окружающей средой, и ущерб природе, хотя и существует, обычно не учитывается в экономических показателях. Каждая последующая порция загрязнения обычно приносит непропорционально больший ущерб, так что зависимость ущерба среде от загрязнения (1) нелинейная. Ущерб можно предотвратить, если задействовать ресурсы на реализацию технологических мероприятий, снижающих техногенные воздействия. Функция этих издержек также нелинейная, потому что затраты на технологические улучшения возрастают непропорционально быстро по сравнению со снижением выбросов. Ясно, что добиться полной

ликвидации загрязнения можно только за счет бесконечно больших расходов, то есть это практически невозможно.

На рисунке 3 по оси ординат представлены значения величины экологической эффективности A и экологической ресурсоемкости I .

По оси абсцисс – показатель η , обозначающий степень устранения экологических последствий при внедрении природоохранной технологии, который выражается в процентах. Исходя из приведенных на рис. 3 зависимостей, рациональная степень устранения экологических последствий равняется $\eta_{рац}$ при величине ресурсных затрат $I_{рац}$ и

экологической эффективности $A_{рац}$, определяемой величиной остаточного ущерба $U_{ост}$ (1). Нахождение рационального значения $\eta_{рац}$ осуществляется при выполнении

условия равенства дополнительных затрат ΔI и величины предотвращенного ущерба ΔU (рисунок 4), выраженных в единицах интегральной экологической ресурсоемкости.

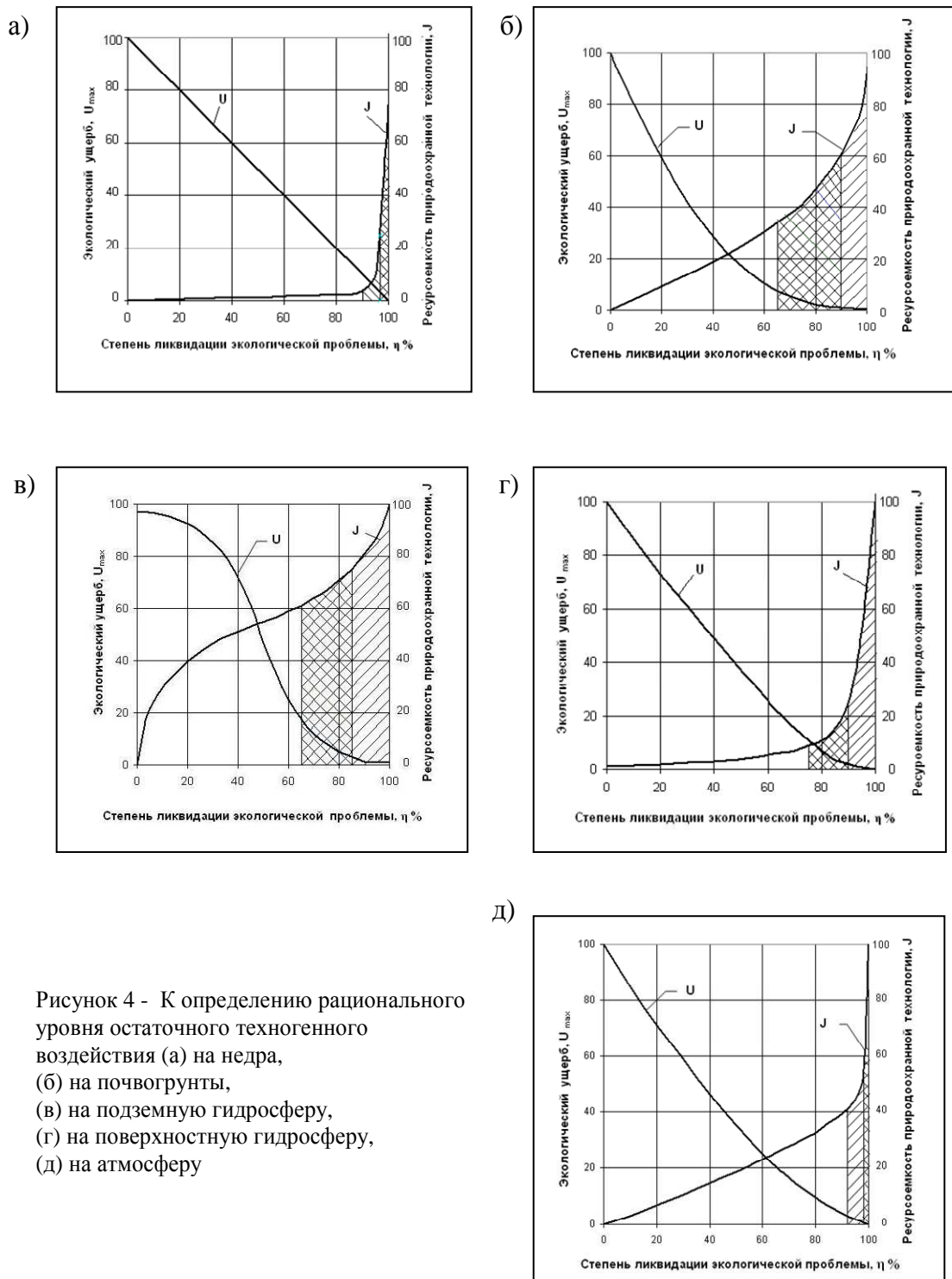


Рисунок 4 - К определению рационального уровня остаточного техногенного воздействия (а) на недра, (б) на почвогрунты, (в) на подземную гидросферу, (г) на поверхностную гидросферу, (д) на атмосферу

При оценке величин ΔI и ΔU для каждого из пяти компонентов природной среды необходимо учесть как особенности внедрения и функционирования природоохранной технологии второй группы, так и особенности подлежащей защите природной компоненты.

Определение рационального уровня остаточного техногенного воздействия на компоненты природной среды осуществляются:

- для недр – с учетом нормативов потерь, разубоживания полезного компонента, затрат на сверхнормативное его извлечение и экологического эффекта, получаемого при уменьшении повреждения компонентов природных ресурсов (рисунок 4а);
- для почвогрунтов – с учетом возможности достижения первоначальной структуры породного массива (в том числе восстановления первого от поверхности водоносного горизонта), качественных параметров почвообразующего и почворастительного слоя, наличия возможности использования данной территории для других экологически приемлемых целей (рисунок 4б);

- для подземных вод (рисунок 4в) – с учетом возможности восстановления гидродинамических параметров водоносного пласта, качественных и потребительских свойств подземных вод;

- для поверхностных вод – с учетом возможности восстановления существовавшей на данной территории орогидросистемы и эффективности хозяйственного, рыбохозяйственного или рекреационного использования поверхностных вод (рисунок 4г);

- для атмосферы (рисунок 4д) – возможности ликвидации (в рамках предельно-допустимых концентраций) загрязнения атмосферного воздуха без изменения существовавшего микроклимата.

Из рисунка 4 следует, что рациональные параметры функционирования природоохранных технологий для различных компонентов природной среды отличны друг от друга.

Диапазоны изменения рациональных параметров техногенного воздействия открытых горных работ на компоненты природной среды приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Рациональные уровни техногенного воздействия открытых горных работ на компоненты природной среды

Компоненты природной среды	Степень устранения техногенного воздействия, %
Недра	90-97
Почвогрунты	65-90
Подземные воды	65-85
Поверхностные воды	75-90
Атмосфера	92-98

Рассмотренный выше подход к выбору структуры параметров функционирования природоохранных технологий в условиях открытых горных работ позволяет выполнить их сравнение на объективной основе, используя для этого численные показатели. Процедура и аппарат установления экологи-

ческой эффективности существующих технологических решений открытых горных работ могут служить инструментом как для решения многих задач, связанных с охраной окружающей среды, так и для текущих, оперативных задач горнодобывающего производства.

Перечень ссылок

1. Копач П.И. Экологическая оценка технологий природопользования // Препринт АН Украины / Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, - Днепропетровск, 1993.
2. Шапарь А.Г., Копач П.И., Радивилов Ю.В. Интегральная экспертная оценка влияния предприятий на окружающую среду // - Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины. – 1996. – 42 с.
3. Копач П.И. Использование критерия интегральной экологической ресурсоемкости при оптимизации горнодобывающего производства. // Сб. научных трудов «Проблемы комплексного

освоения недр» НГАУ № 2. – Днепропетровск. – 1998.

4. Шапарь А.Г., Копач П.И. Влияние экологических критериев эффективности освоения месторождений на выбор способа разработки // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: - 2002. - № 1. – С. 124-129.

5. Шапарь А.Г., Копач П.И. Исчерпаемость минеральных ресурсов, целесообразность и условия их ввода в эксплуатацию // Открытые горные работы. М.: - 2000. - № 4. – С. 57-62.

P.I. Kopach **FEATURES OF NATURE PROTECTION
TECHNOLOGIES APPLICATION IN THE
CONDITIONS OF THE OPEN MOUNTAIN WORKS**

*Institute of Problems on Nature Management & Ecology, National Academy of Sciences
of Ukraine, Dniepropetrovsk*

Methodology of choice of nature protection technologies is considered in the conditions of mining enterprises with the opened method of mineral deposits mining functioning.

*Надійшла до редколегії 12 вересня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн наук М.А Ємцем*

УДК 622.271.3:624.131.537

**ОЦІНКА СТАНУ СТІЙКОСТІ
ЗОВНІШНІХ ВІДВАЛІВ***Д.О. Шевченко**Криворізький технічний університет, Кривий Ріг*

Запропонований спосіб оцінки стану стійкості зовнішніх відвалів різномісних порід на основі методу звукометрії. Розглянута методика та технологія закладки звукометричних хвилеводів у відвальному масиві.

Предложен способ оценки состояния устойчивости внешних отвалов разнопрочных пород на основе метода звукометрии. Рассмотрена методика и технология закладки звукометрических волноводов в отвальном массиве.

Масиви гірських порід і, в першу чергу, їх приповерхневі товщі, в ході інженерно-господарського освоєння піддаються великим антропогенним впливам. При цьому виникають такі небезпечні збитково утворюючі процеси як зсуви, карсти, підтоплення, просадочні процеси та ін.

Найбільш частим (близько 85% від загального числа деформацій) і серйозним видом порушень стійкості техногенних масивів гірських порід (відвали розкривних порід) є зсуви.

Зсуви порушують стійкість масивів гірських порід та негативно впливають на багато інших компонентів навколишнього природного середовища, наприклад, таких як порушення поверхневого стоку, виснаження ресурсів підземних вод при їх розкриві, утворення заболоченостей, порушення ґрунтового покриву, загибель дерев і т. д.

У зв'язку з цим, проблему стійкості бортів кар'єрів і відвалів слід розглядати як складову сталого розвитку територій гірничо-видобувних регіонів.

Тому нормативними документами регламентується проведення контролю і оцінки стану стійкості відвалів гірських порід [1-4].

В процесі відвалоутворення формується напружений стан у відвальному масиві і його основі, яка змінюється із зростанням навантажень до граничних значень, що перевищують опір гірських порід на зсув і супроводжується ущільненням та зсувом частинок по поверхнях ковзання. Виконані дослідження в лабораторних і натурних умовах по вивченню сигналів акустичної емісії при

ущільненні і переміщенні частинок порід у відвалах показали можливості оцінювати їх стан і оконтурювати зсувонебезпечні ділянки [5-7].

При цьому не розглянуті спосіб і умови розміщення і закладки приймальної частини сигналів апаратури реєстрації акустичної емісії у відвальному масиві гірських порід.

Метою цієї роботи є розробка способу оцінки стану стійкості відвалу з різномісних порід, в якому шляхом забезпечення можливості визначення величин напруженого стану, як усередині призми можливого зсування відвалу, так і по потенційній поверхні ковзання цієї призми за рахунок отримання величин відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії, досягають підвищення точності оцінки стану стійкості відвалів з різномісних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і безпечного відвалоутворення і за рахунок цього, зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і витрати об'єму складування розкривних порід у відвали та підвищиться захист навколишнього середовища.

Реалізація цієї мети можлива при застосуванні методу звукометричного контролю за напруженим станом гірських порід. Враховуючи це, розроблений нами спосіб здійснюється наступним чином.

При формуванні відвалу з проектним граничним кутом $\alpha_{пр}$ борту відвалу і проектною висотою $H_{пр}$ з різномісних порід на ділянці земної поверхні з несприятливими інженерно-геологічними умовами, що збільшують ризик порушення стійкості відвалу, виконують закладку металевих хвилеводів на дослідній ділянці відвального масиву при двосторонньому її формуванні, спочатку

у вертикальній площині з координатами x, z із заданою довжиною l_n хвилеводів у призмі активного тиску з контуром c, d, e, n , у межах контуру c, d, e, m, k, n призми можливого зсування відвалу, яка є зовнішньою частиною відвалу, що складається із порід вищої категорії міцності на зовнішній поверхні

піонерних насипів першого ярусу, сформованих із внутрішньої сторони відвалу уздовж границі c, n потенційної поверхні ковзання з контуром c, n, k у межах контуру c, d, e, m, k, n призми можливого зсування відвалу, яку визначають у відповідності з вимогами [1,8] (рисунок 1).

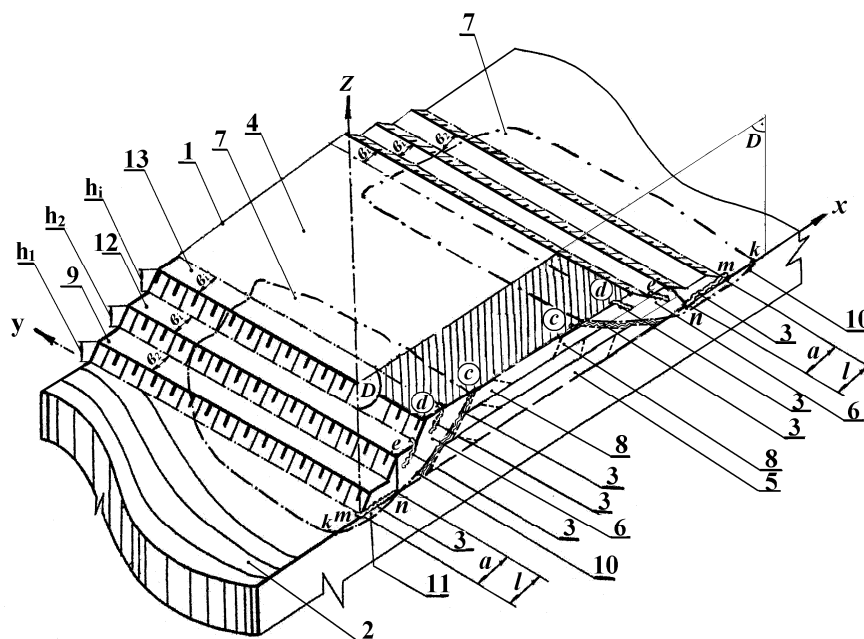


Рисунок 1 - Аксонометрична проекція дослідної ділянки відвального масиву з проектним контуром відвалу: 1 –відвал; 2 – ділянка земної поверхні; 3 – металеві хвилеводи; 4 – дослідна ділянка відвального масиву; 5 – внутрішня частина відвалу; 6 – призма активного тиску; 7 – призма можливого зсування; 8 – піонерні насипи; 9 – перший ярус; 10 - потенційна поверхня ковзання; 11 – призма упора; 12 – другий ярус; 13 – i -й ярус

Довжину l_n металевих хвилеводів, які закладено у вертикальній площині з координатами x, z на зовнішній поверхні піонерних насипів першого ярусу, визначають з виразу:

$$l_n = \frac{h_{in}}{\sin \alpha_{in}}, \quad (1)$$

де l_n - довжина хвилеводу закладеного на зовнішній поверхні піонерного насипу i -го ярусу відвалу, м; h_{in} - висота піонерного насипу i -го ярусу відвалу, м; α_{in} - кут укосу піонерного насипу i -го ярусу відвалу, град.

Потім закладку металевих хвилеводів виконують в горизонтальній площині з координатами x, y першого ярусу в призмі упора з контуром e, m, k, n у межах контуру c, d, e, m, k, n призми можливого зсування відвалу на земній поверхні з довжиною l хвилеводів рівною проектній ширині a призми упора в

основі відвалу із формуванням запобіжних бERM з проектною шириною b_2 бERM наступного (другого) ярусу. Далі виконують відсіпання внутрішньої частини відвалу першого ярусу породами низької категорії міцності.

В процесі закладки металевих хвилеводів у вертикальній площині на зовнішній поверхні піонерних насипів першого ярусу і в подальшій його відсіпці до проектної межі із засипанням металевих хвилеводів в горизонтальній площині як з однієї сторони частини дослідної ділянки так і протилежної другої в залежності від напрямку борту виконують прийом сигналів акустичної емісії (АЕ), реєстрацію частоти появи її імпульсів і визначення критичних величин частот $N_{кв}$ появи імпульсів АЕ у призмі упора з контуром e, m, k, n у випадку її можливого руйнування.

Поява сигналів АЕ в процесі відсіпки порід вищої категорії міцності із засипанням металевих хвилеводів супроводжується виникненням у них максимальних коливань звукового діапазону частот при терті кусків породи між собою і при терті кусків породи об металеву поверхню хвилеводів. Ці коливання в металевих хвилеводів у вигляді імпульсів АЕ приймають п'єзоелектричним геофоном і реєструють самописцем. При цьому, зареєстровані імпульси АЕ з визначенням величини максимальної частоти в процесі відсіпки відвалу з засипкою хвилеводів окремо у вертикальній площині і в горизонтальній площині, відповідають величині частоти появи імпульсів АЕ при терті кусків породи об металеву поверхню хвилеводів і при терті між кусками породи у вертикальній площині і в горизонтальній площині, що виникають при зародженні і розвитку зсуву відвалу, приймають за критичні величини частоти появи імпульсів АЕ.

Металеві хвилеводи розміщені у вертикальній площині на зовнішній поверхні піонерних насипів сформованого першого ярусу довжиною l_n подовжують на таку ж довжину з розрахунку для другого ярусу та виконують їх закладку у призмі активного тиску на зовнішній поверхні піонерних насипів формуючого другого ярусу. Одночасно з закладкою подовжених хвилеводів виконують прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням критичної величини частоти N_{ky} з двох протилежних сторін частини дослідної дільниці.

Потім виконують закладку металевих хвилеводів у вертикальній площині у призмі активного тиску призми можливого зсування відвалу на поверхні укосів другого ярусу, які підсіпають до відсіпки запобіжних берм наступного i -го ярусу з проектною шириною b ; берм ярусу і з заданою довжиною l хвилеводів, що визначається з виразу:

$$l = \frac{h_i}{\sin \alpha_{ia}}, \quad (2)$$

де l - довжина хвилеводу, м; h_i - висота i -го ярусу відвалу, м; α_{ia} - кут укосу i -го ярусу відвалу, град.

Одночасно з закладкою, як з однієї сторони частини дослідної дільниці, так і з протилежної другої в залежності від напрямку борту, виконують прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з ви-

значенням критичної величини частоти N_{ka} появи імпульсів АЕ металевих хвилеводів в призмі активного тиску з контуром с, d, e, n у випадку її можливого руйнування.

Після відсіпання внутрішньої частини відвалу другого ярусу породами низької категорії міцності і завершення процесу ущільнення відвальної маси під власною вагою, що установлюють по даним маркшейдерських інструментальних спостережень, як з однієї сторони частини дослідної дільниці, так і з протилежної другої в залежності від напрямку борту виконують прийом сигналів АЕ і реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням геофонами поточних величин частот N_{ny} появи імпульсів АЕ спочатку в призмі упора, і потім аналогічно з визначенням поточних величин частот N_{na} появи імпульсів АЕ в призмі активного тиску. Потім порівнюють показники поточних величин частот з критичними і визначають стан стійкості відвалу у двосторонній сформованій частині дослідної дільниці відвального масиву по величинах відносної інтенсивності λ_y та λ_a частоти появи імпульсів АЕ в призмі упора і призмі активного тиску, що визначаються з виразів:

$$\lambda_y = \frac{N_{ny}}{N_{ky}}, \quad (3)$$

$$\lambda_a = \frac{N_{na}}{N_{ka}}, \quad (4)$$

де λ_y - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упора, безрозмірна; N_{ny} - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упора, імп/хв; N_{ky} - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі упора, імп/хв; λ_a - величина відносної інтенсивності частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, безрозмірна; N_{na} - величина поточної частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп/хв; N_{ka} - критична величина частоти появи імпульсів акустичної емісії в призмі активного тиску, імп/хв.

При затуханні поточної частоти появи імпульсів АЕ і при зниженні величини відносної інтенсивності λ_y та λ_a частоти появи імпульсів АЕ в призмі упора і призмі активного тиску від 0,5 і нижче, як з однієї сторони частини дослідної дільниці, так і з протилежної другої в залежності від напрямку бо-

рту, стан двосторонньої сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву визначається, як стійкий і виконується відсіпка наступного i -го ярусу. При зростанні поточної частоти появи імпульсів АЕ і підвищенні величини відносної інтенсивності λ_y та λ_a частоти появи імпульсів АЕ в призмах упора і активного тиску в інтервалі від 0,5 до 1,0 стан сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву визначається як нестійкий і виконуються протизсувні гірничі роботи.

У випадку, якщо стан однієї із сформованих сторін частини дослідної дільниці відвального масиву буде визначений як стійкий, а стан протилежної другої в залежності від напрямку борту – нестійкий, то відповідно в одній із сформованих сторін частини дослідної дільниці відвального масиву виконується відсіпка наступного i -го ярусу, а в

протилежній другій в залежності від напрямку борту виконуються протизсувні гірничі роботи одним із відомих способів з наступною оцінкою стану стійкості дослідної дільниці відвального масиву. При позитивному результаті оцінки стану стійкості, виконується подальше формування наступного i -го ярусу до повного його формування. При негативному результаті оцінки стану стійкості протилежної другої частини дослідної дільниці, знову виконуються відповідні протизсувні гірничі роботи одним із відомих способів з наступною оцінкою стану стійкості дослідної дільниці відвального масиву з несприятливими інженерно-геологічними умовами. При відсіпці кожного наступного i -го ярусу оцінку стану стійкості сформованої частини дослідної дільниці відвального масиву виконують аналогічно попередньому (рисунок 2).

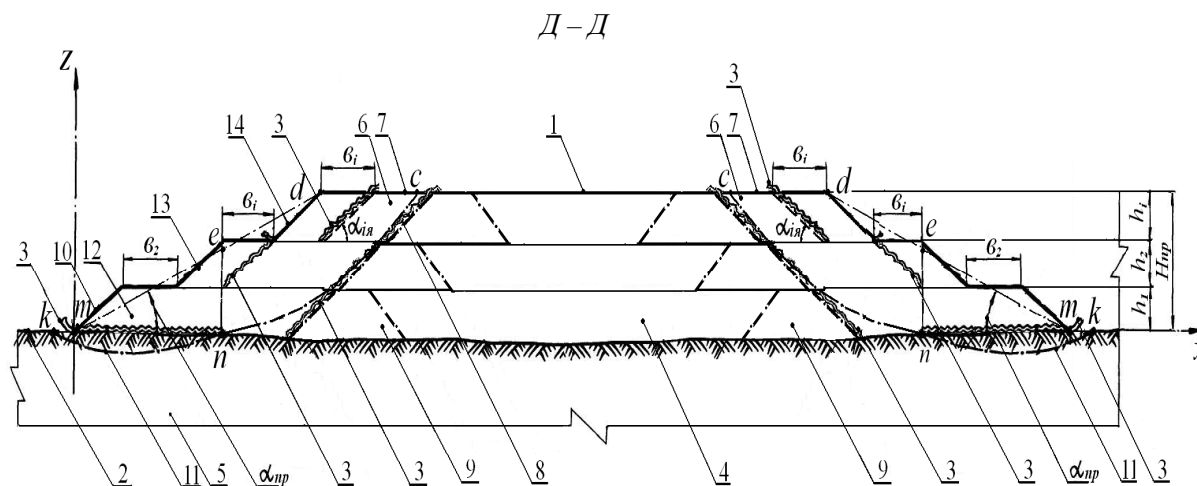


Рисунок 2 - Схема нахрест простягання дослідної дільниці відвального масиву в вертикальній площині з координатами x, z із постановкою ярусів на проектний контур відвалу: 1 – відвал; 2 – дільниця земної поверхні; 3 – металеві хвилеводи; 4 – внутрішня частина відвалу; 5 – вертикальна площина; 6 – призма активного тиску; 7 – призма можливого зсування; 8 – зовнішня поверхня піонерних насипів; 9 – піонерні насипи; 10 – перший ярус; 11 – потенційна поверхня ковзання; 12 – призма упора ; 13 – другий ярус; 14 – i -й ярус

Таким чином, застосування розробленого способу, на нашу думку, дозволить підвищити точність оцінки стану стійкості відвалів з різномісних порід з урахуванням несприятливих інженерно-геологічних умов і безпечного відвалоутворення і за рахунок цього зменшаться витрати на проведення протизсувних робіт і витрати об'єму складування розкривних порід у відвали та підвищиться захист навколишнього середовища.

Технічний результат досягається за рахунок отримання величин відносної емісії, як усередині призми можливого зсування відвалу, так і по потенційній поверхні ковзання цієї призми шляхом забезпечення можливості визначення величин напруженого стану, як усередині призми можливого зсування відвалу, так і по потенційній поверхні ковзання цієї призми.

Перелік посилань

1. Методичні вказівки з визначення оптимальних кутів нахилу бортів, укосів уступів і відвалів залізородних та флюсових кар'єрів. – Дніпропетровськ: ППЕ НАН України, 2008. – 194 с.
2. Методические указания по расчету устойчивости и несущей способности отвалов. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 126 с.
3. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л.: ВНИМИ, 1971. – 188 с.
4. Шапарь А.Г. Механика горных пород и устойчивость бортов карьеров. – К.: Вища школа, 1973. – 119 с.
5. Цариковский В.В., Сакович В.В., Яценко М.А., Запорожец В.Д., Мигуль А.Ф. Возможность использования акустической эмиссии для оценки состояния отвалов скальных и смешанных пород // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2000. – № 3. – С. 67-68.
6. Ковшуля А.А., Печковский В.И., Кальчик Г.С., Чернегов А.А. О возможности применения звукометрического метода для определения участков бортов, опасных в оползневом отношении // *УкрНИИпроект, Научные записки*. – Киев, 1963. - Вып. X.
7. Анцыферов И. И., Анцыферова Н. Г., Каган Я. Я. Сейсмоакустические исследования и проблема прогноза динамических явлений. - М.: Наука, 1971. – 136 с.
8. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах // *Сб. ВНИМИ*. – Л., 1998. – С. 78-79.

***D.O. Shevchenko* ESTIMATION OF CONDITIONING
OF STABILITY OF INTERNAL DUMPS**

Technical University of Kriviy Rig

The way of an estimation of a condition of stability of external dumps of different-soil breeds on the basis of a sound-measuring method is offered. The technique and technology of instilling of sound-measuring wave guides in dump file is considered.

*Надійшла до редколегії 21 жовтня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 622.271.4

И.В. Ботанцев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПОВТОРНОЙ РАЗРАБОТКИ
КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепропетровск

Технологічні схеми, які дозволяють ефективно здійснювати повторну розробку крутопадаючих родовищ з нестійким масивом гірничих порід, забезпечують і істотне розширення мінерально-сировинної бази.

Технологические схемы, которые позволяют эффективно осуществлять повторную разработку крутопадающих месторождений с неустойчивым массивом горных пород, обеспечивают и существенное расширение минерально-сырьевой базы.

Устойчивое развитие провозглашено ООН как основное направление развития цивилизации в XXI веке, альтернативы которому нет, потому что иной путь приведет ко всемирной экологической катастрофе.

Одной из самых сложных проблем при реализации идей устойчивого развития является обеспечение прав будущих поколений на природные ресурсы [1]. Это особенно проблематично применительно к, так называемым, невозобновляемым природным ресурсам, к которым относится минеральное сырье. В то же время исследованиями Института проблем природопользования и экологии НАН Украины установлено, что проблемы исчерпаемости минеральных ресурсов не существует, а общество сталкивается и может столкнуться с отсутствием эффективных технологий извлечения этих ресурсов из более бедных руд или в более сложных горно-геологических условиях [2].

Ярким подтверждением этого является повторная отработка крутопадающих месторождений открытым способом, значительная часть полезного ископаемого которых «утрачена» ранее в процессе производства подземных добычных работ.

Крутопадающие месторождения, отработанные подземным способом, имеют ряд специфических особенностей:

1. В контуре месторождения ранее выполнен комплекс подземных вскрывающих, подготовительных и эксплуатационных выработок пород. Образовавшийся в результате выпуска руды и самообрушения в недрах массив горных пород характеризуется сла-

бой устойчивостью из-за разрыхления пород или наличия пустот. Все это требует применения таких технологических решений, которые обеспечили бы высокую безопасность горных работ.

2. После завершения эксплуатации месторождения подземным способом в контурах шахтных полей остается значительное количество «утраченного» полезного ископаемого в виде технологических (целики, потолочины и т.д.) и эксплуатационных потерь. Это всегда обуславливало большой интерес к этим месторождениям.

3. Ввиду значительного интервала времени между окончанием отработки месторождения подземным способом и началом повторного его освоения открытым зачастую трудно восстановить полностью маркшейдерскую документацию о наличии и состоянии подземных выработок, практически отсутствует достоверная информация о количестве и качестве «утраченного» полезного ископаемого. Все это предопределяет высокий риск обеспечения стабильного объема добычи руд и их качества.

4. Оставшиеся в недрах запасы полезных ископаемых крутопадающих месторождений, отработанных ранее подземным способом, имеют вероятностный характер. Ориентировочный подсчет этих запасов может быть осуществлен на основе нормативных потерь в период эксплуатации месторождений в зависимости от применяемых систем разработки. Точность таких подсчетов достаточно низкая.

5. К неблагоприятным факторам необходимо также отнести и ухудшение качества полезного ископаемого в связи с произо-

шедшим сдвижением и обрушением горных пород, что вызвало, в конечном итоге, разубоживание полезных компонентов минерального сырья.

б. Неустойчивое или обрушенное состояние массива горных пород месторождений, отработанных подземным способом, характеризуется наличием заколов, трещин или воронок обрушения на дневной поверхности. Все это снижает устойчивость массива в случае его обнажения.

И все же, невзирая на столь «непривлекательную» характеристику месторождений, отработанных подземным способом, эти месторождения не только возможно, но и необходимо доработать карьерами с целью извлечения из недр «утраченного» полезного ископаемого с высокими качественными показателями.

Анализ существующих технологических схем, осуществляющих отработку крутопадающих месторождений, показал, что они не могут решить в полном объеме поставленные перед ними задачи.

Существующие традиционные технологические схемы, предусматривающие извлечение горной массы горизонтальными слоями с внешним или внутренним отвалообразованием, включающие различные комбинации вскрывающих и подготовительных выработок с различными способами формирования рабочих зон карьеров, предназначены для отработки устойчивых массивов горных пород.

С применением существующих технологий очень сложно осуществить доработку месторождения с неустойчивым массивом горных пород в зонах обрушения, возникших после выемки основных запасов полезного ископаемого подземным способом. Такие массивы характеризуются большой вероятностью возникновения аварийных ситуаций. Для эффективной работы в этих условиях необходима разработка новых технологических схем.

Такие технологические схемы должны решить следующие задачи:

1. Обеспечить необходимый уровень безопасности производства открытых горных работ.

2. Обеспечить плановый и бесперебойный объем добычи полезного ископаемого даже в случае возникновения аварийной ситуации.

3. Обеспечить минимальную концентрацию горного оборудования в рабочей зоне карьера.

4. Обеспечить минимальную площадь поврежденной рабочей зоны карьера, вызываемых сдвижением и обрушением горных пород.

5. При ликвидации аварийной ситуации обеспечить возможность проведения восстановительных операций без привлечения дополнительного горно-транспортного оборудования или с другими техническими характеристиками.

6. Обеспечить возможность беспрепятственного проведения разведочного бурения в рабочей зоне карьера для обнаружения пустот и подземных выработок.

Рассмотрим возможности решения указанных задач при разработке новых технологических схем.

Для повышения уровня безопасности производства открытых горных работ выемочные слои необходимо ориентировать в пространстве таким образом, чтобы при подходе фронта горных работ к подземным выработкам и пустотам площадь соприкосновения выемочного слоя с ними была минимальной. В этом случае площадь рабочей зоны карьера будет иметь наименьшие нарушения в случае сдвижения и обрушения горных пород.

Для обеспечения планового стабильного объема добычи полезного ископаемого необходимо, чтобы высота добычной рабочей зоны карьера при возникновении аварийной ситуации не уменьшалась бы более, чем на высоту одного выемочного слоя. В этом случае недостающий объем добычи полезного ископаемого можно компенсировать скоростью продвижения фронта добычных работ. Поэтому на каждом выемочном слое должен быть дополнительный объем вскрываемых и подготовленных к извлечению запасов полезного ископаемого.

Кроме того, необходимо вывести процесс вскрывания и подготовки выемочного слоя из потенциально опасной зоны и удалить вскрывающие выработки как можно дальше от нее.

Для обеспечения бесперебойной грузотранспортной связи между забоями экскаваторов и пунктами разгрузки горной массы, особенно в условиях возможности неоднократного возникновения аварийной ситуа-

ции, карьер должен быть оборудован дублированной и независимой сетью транспортных коммуникаций.

И, пожалуй, одним из самых важных требований при разработке новых технологических схем является обеспечение эффективного управления режимом горных работ для уверенного достижения необходимого уровня технико-экономических показателей от-

работки месторождений. Как показали предварительные исследования, указанным требованиям отвечает технология повторной разработки крутопадающих месторождений наклонными слоями, технологические процессы и закономерности взаимосвязи параметров которых требуют отдельного специального рассмотрения.

Перечень ссылок

1. Шапар А.Г. Про концепцію переходу України до сталого розвитку // Екологія і природокористування. – 2006.- № 9.- С. 37-62.

2. Шапарь А.Г., Копач П.И. Минеральные ресурсы, их исчерпаемость, целесообразность и условия ввода в эксплуатацию // Экология и ресурсосбережение . – 2001. - № 2. – С. 11-17.

I.V. Botansev

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE REPEATED MINING OF SHARP-FALLING DEPOSITS BY THE OPENED METHOD

*Institute of Nature Management Problems and Ecology
National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Technological charts which allow effectively to carry out the sharp-falling posits repeated mining with the unsteady array of mountain breeds provide substantial expansion of sources raw materials.

*Надійшла до редколегії 15 серпня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 622.271.3:624.131.537

**КОНТРОЛЬ СТАНУ СТІЙКОСТІ
ВНУТРІШНІХ ВІДВАЛІВ***Д.О. Шевченко**Криворізький технічний університет, Кривий Ріг*

Запропонований спосіб контролю стану стійкості внутрішніх відвалів різномісних порід на основі методу звукометрії. Обґрунтоване очікуване збільшення точності контролю стійкості внутрішніх відвалів від застосування розробленого способу із забезпеченням безпечного відвалоутворення.

Предложен способ контроля состояния устойчивости внутренних отвалов разнопрочных пород на основе метода звукометрии. Обосновано ожидаемое увеличение точности контроля устойчивости внутренних отвалов от применения разработанного способа с обеспечением безопасного отвалообразования.

В результаті людської діяльності утворюються порушені землі - землі, що втратили свою господарську цінність або що стали джерелом негативної дії на природне середовище. Найбільше порушення земель виникає в результаті гірничодобувних робіт (кар'єри, відвали). Тому одним з головних напрямів природоохоронної діяльності гірничих підприємств є рекультивація порушених земель.

З розробкою та введенням в дію «Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва...» [1] проектування внутрішнього відвалоутворення набуває все більшого впровадження і являє собою один із способів проведення гірничотехнічної рекультивації окремих ділянок глибоких кар'єрів.

Гірничотехнічна рекультивація порушених земель залізорудних кар'єрів Кривбасу є однією з самих проблемних. Тому впровадження внутрішнього відвалоутворення до закінчення відпрацювання кар'єра являється першочерговим завданням, що буде сприяти створенню Інгулецького екологічного коридору.

Часто гірничотехнічна рекультивація внутрішніх відвалів супроводжується деформаційними процесами відвальної маси, що тягне за собою додаткові витрати на проведення технічної рекультивації порушених земель і відповідно подальшої біологічної рекультивації та захисту рельєфу місцевості від ерозійного руйнування.

Тому, виходячи з цього, стійкість бортів

внутрішніх відвалів слід розглядати як складову сталого розвитку гірничодобувних регіонів.

Згідно нормативних документів [2-5], контроль стійкості відвалів включає закладку спеціальних спостережних станцій, що складаються з профільних ліній, по яким розташовані опорні та робочі реperi та періодично проводяться інструментальні спостереження. У зв'язку з тим, що укладання і закладку робочих датчиків у вигляді реперів проводять після відсіпання західки відвалу і лише на його поверхні, прийом по реперах інформації про зміщення контрольованої ділянки відвалу і визначення їх поточних і контрольованих критичних величин на активній стадії порушення відвалу спостережачими, що знаходяться в небезпечних для них умовах, при розташуванні опорних реперів поза зоною зміщень, що часто є лише передбачуваною, а не фактичною, відбувається отримання інформації із запізнюванням про зміщення контрольованої ділянки відвалу, що у свою чергу приводить до низької точності контролю стійкості внутрішнього відвалу.

Метою цієї роботи є розробка способу контролю стійкості внутрішнього відвалу, в якому шляхом визначення прихованої стадії порушення усередині призми можливого зсування в нижній і верхній її частинах по частоті появи імпульсів акустичної емісії на контрольованій ділянці внутрішнього відвалу за рахунок можливості роздільного прийому датчиками у вигляді металевих хвилеводів в нижній і верхній частинах відвалу в призмі можливого зсування критичних і поточних величин частот появи імпу-

льсів акустичної емісії, досягають підвищення точності контролю стійкості внутрішнього відвалу із забезпеченням безпечного відвалоутворення.

Реалізація цієї мети можлива при застосуванні методу звукометричного контролю за напруженим станом гірських порід. Дослідження в цьому напрямку [6] показали, що в процесі ущільнення та переміщення часток породи, виникають сигнали акустичної емісії. Враховуючи це, розроблений нами спосіб здійснюється наступним чином.

До відсіпання міцних і м'яких порід внутрішнього відвалу висотою H_b з кутом природного укосу α_b уздовж проектної межі його з бортом кар'єру на поверхні його укосу з кутом нахилу α_6 і висотою H_6 на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу, вхрест простягання борту кар'єру на профільних лініях спеціальних спостережних станцій контрольованих дільниць по черзі укладають робочі датчики, які є одночасно і опорними у вигляді металевих хвилеводів різної довжини, спочатку нижні потім верхні шляхом опускання їх під власною вагою на довжину, яку визначають з виразів:

$$l_{Xн} = \frac{k_n \cdot H_6}{\sin \alpha_6}, \quad l_{Xв} = \frac{k_v \cdot H_6}{\sin \alpha_6},$$

де $l_{Xн}$ – довжина нижнього металевого хвилеводу, м; k_n – коефіцієнт “глибини зондування” призми можливого зсування нижнього металевого хвилеводу; H_6 – висота борту кар'єру на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу, м; α_6 – кут нахилу борту кар'єру на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу, град.; $l_{Xв}$ – довжина верхнього металевого хвилеводу, м; k_v – коефіцієнт “глибини зондування” призми можливого зсування верхнього металевого хвилеводу.

Довжину контрольованих дільниць приймають рівною довжині профільних ліній спеціальних спостережних станцій, яку визначають одним з відомих способів залежно від висоти борту кар'єру та міцності його порід.

Нижні і верхні металеві хвилеводи укладають по черзі на однаковій відстані L рівній висоті H_6 борту кар'єру на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу як один від одного, так і до найближчих меж кожної контрольованої дільниці (рисунк 1).

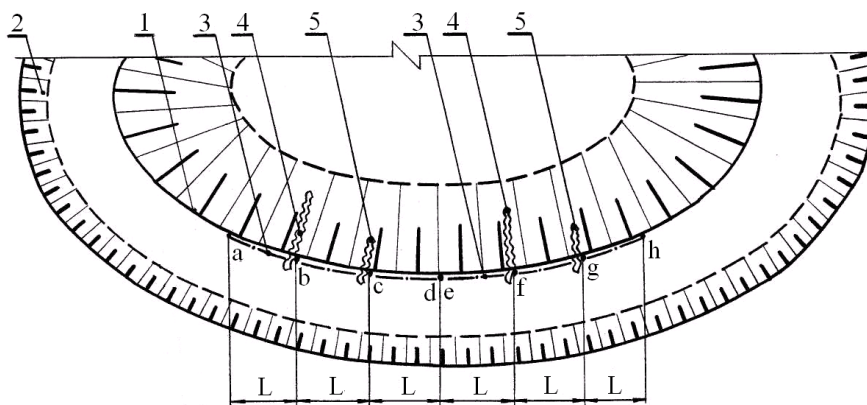


Рисунок 1 - Схема формування контрольованих дільниць (a, b, c, d та e, f, g, h) на борту кар'єру до відсіпання внутрішнього відвалу: 1 – проектна межа внутрішнього відвалу з бортом кар'єру; 2 – кар'єр; 3 – профільні лінії спеціальних спостережних станцій; 4 – нижній металевий хвилевод; 5 – верхній металевий хвилевод

Після укладання металевих хвилеводів на контрольованих дільницях здійснюють закладку (засипку) нижнього металевого хвилеводу на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу. Потім на цій же контрольованій дільниці проводять прийом сигналів акустичної емісії (АЕ), реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням контрольованої

критичної величини частоти $N_{кн}$ в ході процесу ущільнення відвальної маси. При посуванні екскаваторної західки в межах контрольованої дільниці здійснюють закладку верхнього металевого хвилеводу і проводять прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням контрольованої критичної величини частоти $N_{кв}$, з

одночасним прийомом сигналів АЕ, реєстрацією нижнім металевим хвилеводом поточної величини частоти $N_{ни}$ появи імпульсів АЕ. І після посунання екскаваторної західки до межі контрольованих ділянок внутріш-

нього відвалу проводять прийом сигналів АЕ, реєстрацією верхнім металевим хвилеводом поточної величини частоти $N_{не}$ появи імпульсів АЕ (рисунок 2).

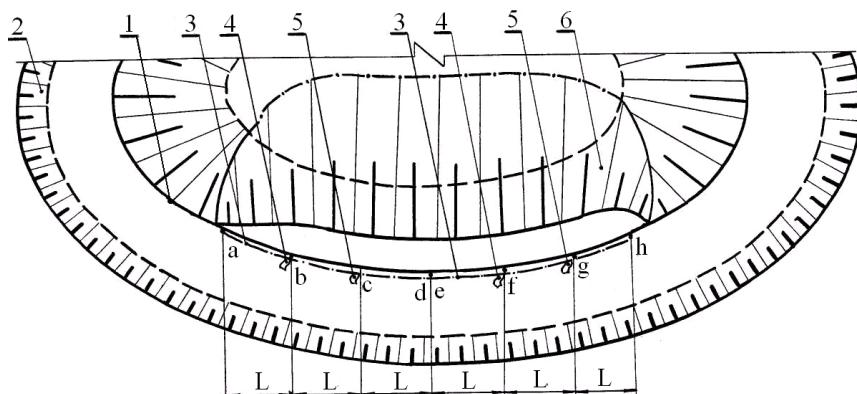


Рисунок 2 - Кар'єр в процесі відсіпання внутрішнього відвалу: 1 – проектна межа внутрішнього відвалу з бортом кар'єру; 2 – кар'єр; 3 – профільні лінії спеціальних спостережних станцій; 4 – нижній металевий хвилевод; 5 – верхній металевий хвилевод; 6 – внутрішній відвал

Поява сигналів АЕ, як в процесі відсіпання відвалу, так і в сформованому відвалі супроводжується виникненням в металевих хвилеводах коливань звукового діапазону частот при терті кусків породи між собою і кусків породи об металеву поверхню хвилеводів. Ці коливання в металевих хвилеводах у вигляді імпульсів АЕ приймають п'єзоелектричним геофоном і реєструють самописцем.

Шляхом порівняння поточних величин частот появи імпульсів АЕ з критичними величинами, роблять висновки про стійкість контрольованої ділянки внутрішнього відвалу.

У випадку зростання поточної частоти $N_{ни}$ появи імпульсів АЕ до їх критичних значень зареєстрованих нижнім металевим хвилеводом роблять висновки про початок утворення призми можливого зсування з поверхнею ковзання, а при її подальшому розвитку аж до реєстрації зростання поточної частоти $N_{не}$ появи імпульсів АЕ до їх критичних значень верхнього металевого хвилеводу, роблять висновки про нестійкий стан сформованої західки контрольованої ділянки внутрішнього відвалу. Після чого роботи по відвалоутворенню на цій ділянці тимчасово зупиняють і продовжують роботи на суміжній ділянці уздовж фронту відвалоутворення. По завершенню стабілізації

порушеної призми можливого зсування контрольованої ділянки внутрішнього відвалу, що підтверджується результатами прийому сигналів АЕ і реєстрацією нижнім і верхнім металевими хвилеводами частот появи імпульсів АЕ поточних величин частот, ухвалюють рішення про проведення робіт по відвалоутворенню на наступній ділянці де її контроль стійкості проводять аналогічно контролю стійкості попередньої ділянки внутрішнього відвалу.

При використанні запропонованого способу контролю стійкості внутрішнього відвалу забезпечується можливість обхвату прийому появи імпульсів акустичної емісії в найбільш напружених нижній - нижнім хвилеводом і верхній - коротким хвилеводом областях призми можливого зсування внутрішнього відвалу та завдяки тому, що після укладання металевих хвилеводів на ділянці відсіпання внутрішнього відвалу в процесі його відсіпання здійснюють закладку нижнього металевого хвилеводу, а потім верхнього і проводять відповідно прийом сигналів акустичної емісії, реєстрацію частоти появи імпульсів акустичної емісії з визначенням контрольованих критичних величин частот $N_{кн}$ і $N_{кв}$ появи імпульсів акустичної емісії в ході процесу ущільнення відвальної маси до його завершення з наступним визначенням поточних величин частот $N_{ни}$ і

$N_{пв}$ появи імпульсів акустичної емісії і їх порівняння з контрольованими критичними для контролю стійкості внутрішнього відвалу в сформованій його західці, існує можливість своєчасно отримувати в контрольованих нижній і верхній областях призми можливого зсування відвалу достовірні дані про стан стійкості внутрішнього відвалу. А визначаючи поточні величини частот $N_{пн}$ і $N_{пв}$, у разі зростання поточних величин частоти $N_{пн}$ появи імпульсів акустичної емісії до їх критичних значень, зареєстрованих нижнім металевим хвилеводом, робляться висновки про початок утворення призми можливого зсування і про необхідність систематичного контролю (ноу-хау) за розвитком поверхні ковзання призми можливого зсування внутрішнього відвалу, підготовки до зупинки ведення гірських робіт з переходом на суміжну дільницю для подальшого відсіпання внутрішнього відвалу і при визначенні поточних величин частот $N_{пн}$ і $N_{пв}$, у разі подальшого розвитку призми можливого зсування аж до реєстрації зростання поточних величин частот $N_{пв}$ появи імпульсів акустичної емісії до їх критичних значень верхнього металевого хвилеводу, робляться висновки про нестійкий стан сформованої західки контрольованої дільниці внутрішнього відвалу і необхідність зупинки відсіпання внутрішнього відвалу.

Запропонована методика контролю стану стійкості внутрішнього відвалу може бути застосована на Центральному ГЗКі, де складують змішані розкриті породи у зовнішній відвал Глеюватського кар'єру. Так, на залізрудному кар'єрі на дільниці його борту висотою 100 м і кутом нахилу 42° складують міцні і м'які породи у внутрішній відвал висотою 100 м з кутом природного укосу відвалу 36° .

На дільниці відсіпання внутрішнього відвалу вхрест простягання борту кар'єру на двох контрольованих дільницях довжиною рівною відповідно довжині кожної профільної лінії, що складає $3H_6 = 3 \times 100 \text{ м} = 300 \text{ м}$ по черзі укладають робочі датчики, які є одночасно і опорними у вигляді металевих хвилеводів (ХВ) різної довжини, спочатку нижні $l_{Хн}$ потім верхні $l_{Хв}$ шляхом опускання їх під власною вагою на довжину, яку визначають відповідно з виразів:

$$l_{Хн} = \frac{k_n \cdot H_6}{\sin \alpha_6} = \frac{0,6 \cdot 100}{\sin 42^\circ} = 89,6 \text{ м},$$

$$l_{Хв} = \frac{k_v \cdot H_6}{\sin \alpha_6} = \frac{0,3 \cdot 100}{\sin 42^\circ} = 44,8 \text{ м}.$$

Укладання металевих ХВ здійснюють на однаковій відстані один від одного на контрольованих дільницях a, b, c, d і e, f, g, h рівній висоті борту кар'єру на дільниці відсіпання внутрішнього відвалу $L = H_6 = 100 \text{ м}$ і на такій же відстані до найближчих меж кожної контрольованої дільниці відповідно ad і eh. При укладанні металевих ХВ виконують закріплення їх верхніх кінців на розвантажувальній площадці фронту відвалоутворення.

Після укладання металевих ХВ з раніше використаних екскаваторних канатів шляхом їх опускання під власною вагою по поверхнях укосів борту кар'єру на повну їх довжину і закріплення їх верхніх кінців на розвантажувальній площадці фронту відвалоутворення, виконують їх закладку (засипку) на висоту відвалу до його верхньої межі з бортом кар'єру. І після засипки нижнього металевого ХВ на висоту відвалу контрольованої дільниці a, b, c, d здійснюють прийом сигналів акустичної емісії (АЕ), реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням контрольованої критичної величини частоти $N_{кн}$ в ході процесу ущільнення відвальної маси, що досягла максимального значення, рівної 82 імп/хв. Потім після засипки верхнього металевого ХВ при посуванні західки в межах контрольованої першої дільниці a, b, c, d здійснюють прийом сигналів АЕ, реєстрацію частоти появи імпульсів АЕ з визначенням контрольованої критичної величини частоти $N_{кв}$, рівної 63 імп/хв з одночасним прийомом сигналів АЕ, реєстрацією нижнім металевим ХВ поточної величини частоти $N_{пн}$ появи імпульсів АЕ, рівною 38 імп/хв. І після посування екскаваторної західки до межі de контрольованих дільниць a, b, c, d і e, f, g, h внутрішнього відвалу здійснюють прийом сигналів АЕ, реєстрацією верхнім металевим ХВ поточної частоти $N_{пв}$ появи імпульсів АЕ, рівною 19 імп/хв. Шляхом порівняння поточних величин частот появи імпульсів АЕ з критичними величинами, роблять висновки про стійкість контрольованої дільниці a, b, c, d внутрішнього відвалу.

При формуванні екскаваторної західки другої дільниці e, f, g, h аналогічно першому a, b, c, d отримані результати для другої контрольованої дільниці e, f, g, h внутрішнього відвалу для нижнього металевого ХВ $N_{кн} = 79$ імп/хв і $N_{ни} = 82$ імп/хв; для верхнього металевого ХВ $N_{кв} = 58$ імп/хв і $N_{пв} = 45$ імп/хв. На підставі проведених спостережень за акустичною емісією в процесі утворення призми можливого зсування внутрішнього відвалу можна робити висновки про можливість продовження робіт по відвалоутворенню на першій контрольованій дільни-

ці і тимчасовому припиненні робіт на другій, до стабілізації порушеної призми можливого зсування.

Таким чином, застосування способу контролю стійкості внутрішнього відвалу на нашу думку, дозволить підвищити точність контролю його стійкості із забезпеченням безпечного відвалоутворення і за рахунок цього поліпшаться умови технічної рекультивації порушених земель гірничими роботами з подальшою біологічною рекультивацією і захистом рельєфу місцевості від ерозійного руйнування.

Перелік посилань

1. Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізрудних і флюсових кар'єрах. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2004. – 50 с.
2. Методичні вказівки з визначення оптимальних кутів нахилу бортів, укосів уступів і відвалів залізрудних та флюсових кар'єрів. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2008. – 194 с.
3. Методические указания по расчету устойчивости и несущей способности отвалов. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 126 с.
4. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. – Л.: ВНИМИ, 1971. – 188 с.
5. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 118 с.
6. Цариковский В.В., Сакович В.В., Яценко М.А., Запорожец В.Д., Мигуль А.Ф. Возможность использования акустической эмиссии для оценки состояния отвалов скальных и смешанных пород // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2000. – № 3. – С. 67-68.

D.O. Shevchenko

THE CONTROL OF A CONDITIONG OF STABILITY OF INTERNAL DUMPS

Technical University of Kriviy Rig

The way of the control of a condition of stability of internal dumps of different-soil breeds on the basis of a sound-measuring method is offered. The expected increase in accuracy of the control of stability of internal dumps from application of the developed way with safe dumping maintenance is proved.

*Надійшла до редколегії 18 вересня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 69.003

*I.B. Махота***ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ
ТА ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТВЕРДИХ
ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
І ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ
ЇХ ВИРІШЕННЯ***Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ*

Проаналізовано існуючий стан системи поводження з твердими побутовими відходами в Україні. Досліджено закордонний досвід з вирішення цих проблем. Визначено, що діюча система поводження з твердими побутовими відходами в Україні спричиняє значну санітарну і гігієнічну небезпеку, а її діяльність не спрямована на переробку відходів для використання їх як вторинної сировини та паливно-енергетичних ресурсів. Існуючі способи утилізації та знешкодження твердих побутових відходів потребують реорганізації в цілях забезпечення охорони здоров'я населення та запобігання забруднення навколишнього середовища. Запропоновано альтернативний спосіб визначення запасів біогазу на звалищах та полігонах твердих побутових відходів, що надасть змогу визначити систему дегазації звалищ і полігонів твердих побутових відходів. Спосіб базується на розробленій моделі швидкості фільтрації газу на полігонах твердих побутових відходів та експрес методі дослідження інтенсивності виходу біогазу з товщі звалищ та полігонів.

Проанализировано существующее состояние системы обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине. Исследован заграничный опыт по решению этих проблем. Определено, что действующая система системы обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине представляет собой значительную санитарную и гигиеническую опасность, а ее деятельность не направлена на переработку отходов как вторичного сырья и топливно-энергетических ресурсов. Существующие способы утилизации и обезвреживания твердых бытовых отходов нуждаются в реорганизации для обеспечения охраны здоровья населения и предотвращения загрязнения окружающей среды. Предложен альтернативный способ определения запасов биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов, что предоставит возможность определять систему дегазации свалок и полигонов твердых бытовых отходов. Данный способ базируется на разработанной модели скорости фильтрации газа на полигонах твердых бытовых отходов и экспресс методе исследования интенсивности выхода биогаза из толщи свалок и полигонов.

Постановка проблеми

Одним з найважливіших напрямів державної політики України у сфері поводження з відходами є захист навколишнього природного середовища і здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення бережливого використання мінерально-сировинних і енергетичних ресурсів, науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства відносно утворення і використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

Створена в Україні структура промисло-

вого виробництва, масштаби використання природних ресурсів та розвиток населених пунктів зумовили високі об'єми щорічного утворення і накопичення відходів виробництва і споживання, що перетворило поводження з ними в одну з найбільш гострих господарських та природоохоронних проблем.

На даний час в Україні здійснюється планово-регулярна валова система збору твердих побутових відходів (ТПВ), яка не дає змоги захистити навколишнє середовище від їх впливу. Діюча система виглядає наступним чином.

Збір сміття здійснюють 56 спеціалізованих автопідприємств і 650 цехів у складі ви-

робничих управлінь житлово-комунального господарства. У цьому процесі задіяні понад 7,5 тис. сміттезбиральних машин і близько 35 тис. працівників.

Ринок перевезень побутових відходів останнім часом став більш конкурентоспроможним за рахунок того, що з'явилися нові підприємства, які займаються перевезенням ТПВ, та почав поступово відновлюватися автомобільний парк підприємств. Але на даний час переважають ще старі марки сміттевозів.

Перевага у наданні дозволів на перевезення ТПВ надається тим перевізникам, які проводять збір сміття не по контейнерах, а за територіальним принципом.

Плату за вивіз сміття у деяких містах України виведено з платежів за комунальні послуги та проводять її окремим платежем. Цей крок надає можливість спрямувати отримані кошти на потреби, пов'язані з перевезенням та утилізацією твердих побутових відходів.

Також необхідно відзначити незадовільний стан сміттепроводів у житлових будинках. Встановлено, що їх експлуатація не відповідає санітарним вимогам, більшість з них не обладнані пристроями для промивання, дезінфекції та очищення стовбурів, не забезпечені захистом від гризунів. У багатьох випадках припинено роботу сміттепроводів внаслідок їх застарілості та недієздатності.

Для збору і тимчасового зберігання побутових відходів зараз використовуються контейнери. Частина контейнерів виготовляється без кришок, що приводить до підвищення вологості побутових відходів за рахунок потрапляння атмосферної вологи, а також зумовлює прискорення процесів гниття у теплий період року і замерзання їх до контейнерів у морозну погоду. Це ускладнює транспортування відходів і стає практично неможливою їх подальша переробка. Внаслідок несвоєчасного вивозу побутових відходів ці контейнери стають місцем розповсюдження гризунів, шкідливих комах і небезпечним джерелом інфекцій. Необхідно зауважити, що останнім часом має місце відновлення контейнерного парку. Нові контейнери мають змогу пересуватися та забезпечені кришкою.

Під час перевезення ТПВ сміттевозами до місця їх знешкодження відбувається забруднення повітря викидами пилу, окису вугле-

цю, сполуками азоту, вуглеводнями, бенз(а)пиреном, а також по всьому шляху проходження сміттевозу його супроводжують неприємні запахи.

Складною проблемою залишається збір ТПВ у зоні приватної забудови й дачних кооперативах. У зв'язку з неплатоспроможністю та неосвіченістю населення у питанні загрози забруднення твердими побутовими відходами навколишнього середовища практично припинилося укладання договорів на вивіз сміття з цих територій, що сприяє зростанню кількості стихійних смітників у ярах уздовж доріг і по берегах річок.

У сільських населених пунктах взагалі відсутні спеціалізовані підприємства у сфері поводження з побутовими відходами і санкціоновані полігони відходів. Побутові відходи складуються у природних рельєфних утвореннях - балках, ярах, долинах річок, що створює значну екологічну небезпеку.

Щодо операцій, які пов'язані з сепарацією або попереднім відбором корисних компонентів з відходів, то існуюча ситуація свідчить про практичну відсутність дій у цьому напрямку. Лише у декількох містах України здійснюються роботи такого роду. Це відображається у частковому вилученні з ТПВ макулатури, металобрухту, поліетиленових пляшок і відходів скла для вторинного використання.

Основними методами знешкодження ТПВ на даний час залишаються складування на звалищах і полігонах та спалювання на сміттеспалювальних заводах (ССЗ).

Складування ТПВ на звалищах та полігонах з погляду екологічної безпеки, можливо розглядати лише як тимчасову міру, оскільки велика частина цих відходів піддається розкладанню надзвичайно повільно. Крім того, при реалізації даного методу із сфери можливого корисного використання вилучаються тисячі тонн цінної вторинної сировини [3].

Більшість звалищ та полігонів ТПВ на даний час перевантажені. Їх кількість складає 248 одиниць.

Найбільші площі під полігони зайняті у Дніпропетровській - 140 га, Донецькій - 330 га, Одеській - 195 га, Запорізькій - 153 га і Луганській областях - 129 га [2].

У багатьох містах продовжується процес утворення несанкціонованих звалищ побутових відходів.

Основними забруднюючими викидами полігонів і звалищ є біогаз до складу якого входить до 60 % метану і стоки рідких речовин (фільтрат). Потенційна загроза здоров'ю людей з боку біогазу пов'язана з міграцією метану у ґрунті і можливістю його проникнення до довколишніх будинків. Така ситуація приводить до появи небезпеки вибуху.

Інші компоненти газу на звалищах, такі, як летючі органічні сполуки, також представляють небезпеку для здоров'я.

Щодо фільтрату з відходів, то він забруднює ґрунт і ґрунтові води на території навколо полігонів та звалищ, що може створити небезпеку при використанні таких вод для цілей питного водопостачання (поверхневі води також можуть виявитися забрудненими). Стоки часто містять шкідливі органічні сполуки (наприклад, хлоровані органічні речовини), важкі метали (наприклад, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Ni) і інші неорганічні з'єднання (наприклад, Ca, K, Na, NH₄, CO₃, SO₄, Cl). При наявності на звалищах системи збору стоків, об'єми надходження у ґрунт і воду шкідливих речовин знижуються. Зібрані стоки підлягають обробці та поверненню у поверхневі води.

Практично на жодному з полігонів не знешкоджується фільтрат і не утилізується звалищний газ. Часто має місце неконтрольоване займання та саморозігрівання сміттєзвалищ або ж некваліфіковане в екологічному відношенні спалювання сміття.

Крім того, при експлуатації полігонів та звалищ ТПВ є можливість появи паразитів, що здатні передавати хвороби людям.

Щодо спалювання відходів на ССЗ, то цей метод широко поширений у країнах Європи з високою щільністю населення і дефіцитом вільних площ.

Режим роботи ССЗ обумовлено складом і властивостями утилізованих відходів.

Наявність у ТПВ великої кількості органічних речовин обумовлює їхню теплотворну здатність. Проте тверді побутові відходи слід віднести до категорії вельми низькоякісних палив з теплотворною здатністю від 3,5 до 12,0 МДж/кг [2]. Такі відходи мають досить широкий діапазон енергетичних параметрів, відзначаються нестабільним морфологічним та фракційним складом, відносно високим вмістом негорючих матеріалів і високою вологістю. Вказані властивості, як наголошувалося вище, змінюються у широ-

кому діапазоні залежно від кліматичної зони, ступеня урбанізації і промислового розвитку регіону. Так, значення середньої теплотворної здатності побутових відходів у США складає 10,4 МДж/кг [4], у середній кліматичній зоні Західної Європи – від 7,1 до 8,6 МДж/кг, у північних і південних регіонах значення цього параметра знижується до величин 6,0 - 6,5 МДж/кг, ще нижче значення даного параметру для південних регіонів світу: наприклад, у ряді районів Індії він складає від 4,0 до 4,5 МДж/кг [2]. В Україні ТПВ також характеризуються вкрай низькою теплотворною здатністю – в середньому 5,7 МДж/кг, а в окремі місяці (серпень-вересень) знижується до 3,8 МДж/кг [4].

Спалювання ТПВ дозволяє приблизно у 3 рази зменшити вагу відходів, усунути деякі неприємні властивості: запах, виділення токсичних рідин, бактерій, привабливість для птахів і гризунів, а також отримати додаткову енергію, яку можна використовувати для отримання електроенергії або спалювання.

Метод термічної переробки ТПВ, безумовно, дозволяє вирішити перераховані задачі, проте має цілий ряд недоліків.

Насамперед екологічний вплив сміттєспалювального заводу на довкілля пов'язаний із забрудненням повітря, в першу чергу - дрібнодисперсним пилом, оксидами сірководню і азоту, фуранами.

Що стосується діоксину, то ССЗ є основними його «постачальниками» до навколишнього середовища.

Значним недоліком є те, що спалювання ТПВ є найдорожчим способом утилізації сміття. Абсолютно очевидно, що будь-який проект, прийнятний в Україні за екологічними показниками (відповідний нормам ЄС) буде абсолютно неприйнятний з економічної точки зору. Витрати на будівництво ССЗ в Європі і США відомі - приблизно 150-200 млн. доларів (на 1 млн. м³ ТПВ/рік). З них 50 % витрат - це система очищення газів, що відходять, знешкодження відходів ССЗ і системи контролю.

У зв'язку з цим будь-яке здешевлення може відбуватися тільки за рахунок відмови від системи безпеки ССЗ [5].

Відомо, що й дорогі новітні удосконалення ССЗ і впровадження нових технологій не вирішують до кінця проблему забруднен-

ня навколишнього середовища за 4 причинами:

- очищення газоподібних викидів лише переводить їх у золу і створює проблеми розміщення токсичної золи;

- при спалюванні сміття, через його неоднорідність, неможливо підтримувати постійні умови спалювання, необхідні для мінімізації токсичності викидів;

- технологічною особливістю ССЗ є регулярні спалахи і навіть вибухи, що призводить до збільшення токсичних викидів;

- ускладнений контроль за попаданням на ССЗ матеріалів, які при спалюванні дають велику кількість діоксину.

Тобто екологічні і економічні результати роботи таких заводів не виправдовують експлуатаційних витрат.

На Україні з чотирьох сміттеспалювальних заводів (Київ, Харків, Севастополь і Дніпропетровськ) працюють тільки Київський і Дніпропетровський, устаткування яких не відповідає сучасним екологічним вимогам, внаслідок чого вони стають джерелом забруднення навколишнього середовища.

На основі проведення аналізу існуючої ситуації поводження з ТПВ на Україні складена схема діючої системи поводження з ТПВ, у якій відображено всі її недоліки (рисунк 1).

Закордонний досвід з вирішення проблем утилізації та знешкодження твердих побутових відходів. У високорозвинених промислових країнах Європи і Америки накопичено багатий досвід поступового переходу від складування ТПВ на звалищах до використання більшої частини відходів як вторинної сировини і паливно-енергетичних ресурсів.

Ще на початку 90-х років складування на звалищах залишалося найпоширенішим методом поводження з відходами. Друге місце по загальній кількості знешкоджених відходів займало їх спалювання. Більшість європейських країн віддавала перевагу або звалищам, або спалюванню ТПВ, і лише у декількох країнах використання цих методів було збалансоване. Проте практично скрізь у суспільстві зростало негативне відношення до спалювання відходів, як до потенційного джерела надходження діоксину до навколишнього середовища. У США під тиском екологічної громадськості був прийнятий закон про обмеження спалювання відходів у всіх сферах виробництва, також заборонено

будівництво нових сміттеспалювальних заводів у Канаді і багатьох штатах. У країнах Західної Європи воно різко пішло на спад, але Південна Азія і Східна Європа готові отримувати застарілі західні технології і будувати ССЗ. Виробники ССЗ знаходять нові ринки збуту і збираються побудувати близько 200 ССЗ у Росії.

За 40 років (з 1960 до 2000 р.) частка складування ТПВ на звалищах та полігонах знижена з 75 до 55 %. Досить швидко почали розвиватися методи вторинного використання і переробки ТПВ, частка яких зростає з 5-7 % у 1960 р. до 30 % у 2000 р. (світові тенденції в області поводження з відходами наведено у таблиці).

Так наприклад у Відні (Австрія) реалізовано енергетичний напрямок спалювання відходів у спецкотлоагрегатах з виробленням електричної і теплової енергії. Однак при цьому близько 80 % капітальних вкладень йде на влаштування систем очищення газів, що викидаються.

В Угорщині з побутових відходів, розміщених на полігонах, одержують біогаз, що використовують для одержання електроенергії.

У Німеччині сміття вже давно сортується для подальшої переробки. Там збирається і переробляється 5 млн. тонн упакування на рік. Загальна кількість побутового сміття за рахунок переробки скоротилося на 15 %. Але навіть при наявності такої системи не менше 30 % сміття йде не відсортованим.

У США переробка відходів прогресуючими темпами зростає з початку 90-х років. Приблизно півмільйона сімей США викидають скляні, паперові або алюмінієві відходи у роздільні контейнери, які потім доставляються на підприємства з переробки сміття. Що стосується скла, то в країні переробляється 98 % від загального об'єму виробленого скла.

Більшість співтовариств США використовують комбіновану програму переробки - упаковка з під харчових продуктів і пляшки з під напоїв збираються разом. Далі вони розділяються вже безпосередньо на переробній фабриці.

У країнах СНД питання сміттєпереробки все ще відносять до числа другорядних. Найбільш часто використовується валове збирання і вивезення відходів на звалища [6].

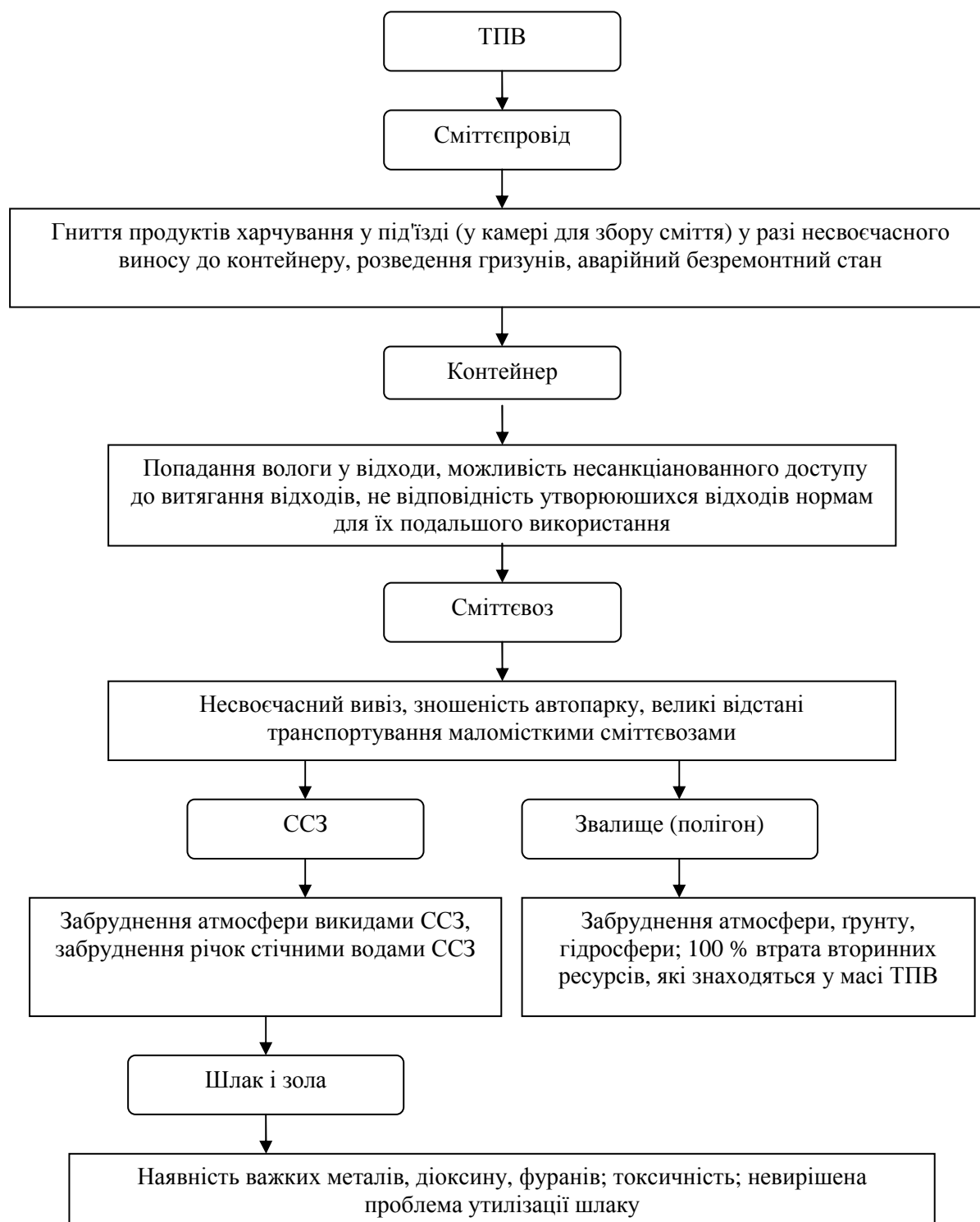


Рисунок – Існуюча система поводження з ТПВ в Україні

Огляд літературних джерел з існуючого закордонного досвіду щодо поводження з ТПВ свідчить про те, що на даний час в основу їх утилізації та знешкодження покладено комплексний підхід, тобто застосову-

ється комбінація технологій і заходів пов'язаних з скороченням кількості відходів, вторинної переробкою і компостуванням, поховання на полігонах.

Таблиця - Управління відходами у різних країнах (у 1998 р., %)

Країни	Вторинне використання	Спалювання	Вивезення на звалища
Швейцарія	42	47	11
Фінляндія	30	4	66
Канада	29	4	67
Нідерланди	28	42	30
Данія	25	55	20
Австрія	24	11	65
США	24	15	61
Швеція	19	47	34
Німеччина	18	36	46
Норвегія	14	18	68
Франція	8	33	59
Великобританія	6	9	85
Японія	5	74	21
Бельгія	3	54	43

Результати аналізу вітчизняного досвіду по поводженню з ТПВ доводять, що діюча система в Україні спричиняє значну санітарну і гігієнічну небезпеку та потребує надійного знешкодження ТПВ в цілях охорони здоров'я населення і запобігання забруднення навколишнього середовища. Складна

економічна, та політична ситуація в країні, та дуже повільний рух у розвитку та впровадженні нових технологій дають передумови стверджувати, що ще багато років основним напрямом поводження з відходами буде розміщення їх на полігонах та звалищах твердих побутових відходів.

Цілі та задачі

Існуючі проблеми з забруднення навколишнього середовища при складуванні ТПВ на звалищах та полігонах та висновки про подальше продовження використання цього способу знешкодження ТПВ, як основного, дають передумови про потребу направлення основних наукових розробок на модерніза-

цію старих і будівництво нових об'єктів складування ТПВ, які будуть забезпечувати максимальний захист навколишнього середовища.

Одним з таких напрямів є розробка наукового підходу до вирішення проблеми дегазації полігонів та звалищ ТПВ.

Основна частина

Як зазначалося вище одним з забруднювачів навколишнього середовища при складуванні ТПВ на звалищах та полігонах є біогаз. Утворюється він при біотермічному анаеробному процесі розпаду органічних відходів під впливом мікрофлори. Складається біогаз з метану та діоксиду вуглецю.

Кількісний і якісний склад біогазу залежить від багатьох чинників, зокрема, від кліматичних і геологічних умов місця розташування полігону, морфологічного і хімічного складу відходів, умов складування (площа, об'єм, глибина поховання), вологос-

ті, щільності і т.д., і підлягає уточненню у кожному конкретному випадку.

Перші 15-20 років 1 м^3 тверді побутові відходи при розкладанні виділяє 1,0-1,5 м^3 /рік біогазу. Надалі інтенсивність виділення біогазу різко скорочується. Період повного розкладання складає близько 50 років. На генерування біогазу впливає вік полігону, склад, щільність укладання, температура і вологість відходів, а також товщина тіла поховання і способи експлуатації полігону.

Оптимальна температура для проходження процесу утворення біогазу складає 25-30°C, кислотність середовища повинна відповідати $\text{pH} = 7-8$. Гниття повинне відбуватися в анаеробних умовах (у відсутність кисню повітря), тобто потрібна достатня товщина тіла полігону.

На даний час існує декілька способів проведення дегазації полігонів та звалищ ТПВ.

Основними з них є:

- аерація полігонів та звалищ атмосферним повітрям за рахунок примусової або природної вентиляції;
- пасивні системи дегазації полігонів та звалищ твердих побутових відходів;
- активні системи дегазації полігонів та звалищ твердих побутових відходів.

Спосіб аерації тіла звалища чи полігона ТПВ за рахунок примусової або природної вентиляції полягає в тому, що переважно аеробна ферментація ТПВ досягається за рахунок вентиляції тіла звалища за допомогою припливно-витяжної перфорированої трубної системи у тілі звалища (полігону). При цьому може бути використана і трубна система для традиційно пропонованого збору біогазу на полігонах. Витрати на примусову і природну аерацію в 150-200 разів нижче, ніж на енергетичне використання біогазу, отже рентабельність ринку продажів квот на викид парникових газів вища.

Пасивна система дегазації ґрунтується на природних процесах конвекції і дифузії та застосовуються в місцях низького газоутворення і відсутності переміщення газу. Ці методи дегазації не застосовуються для полігонів з внутрішніми ізолюючими шарами. Встановлено, що пасивна схема дегазації застосовується для полігонів ємкістю не більш 40 000 тонн, для старих сховищ ТПВ з невисоким рівнем виділення біогазу або для полігонів з високим рівнем фільтрату.

Також доведено, що при вмісті метану в біогазі менше 30% і виході газу менш 30 м^3 /час, може застосовуватися дегазація за допомогою метаноокислюючих ізолюючих покриттів (біофільтрів). Робота біофільтру заснована на здатності метанотрофних мікроорганізмів використовувати метан як джерело енергії і вуглецю, і повністю розкласти метан на оксид вуглецю і воду. Як окислювальні біофільтри можуть використовуватися торф, тирса, компост.

Активна система дегазації на полігонах основана на зборі біогазу за допомогою газових свердловин, в яких розташовуються перфоровані труби, які підключаються до газопереміщуючого обладнання, що складається з компресора або вентилятора і системи магістральних газопроводів.

Встановлено, що на даний час існує п'ять основних варіантів утилізації біогазу:

- просте спалювання у факелі;
- транспортування біогазу до споживача по газових трубопроводах і продаж, як замінильника природного газу;
- вироблення електроенергії на полігоні;
- вироблення електроенергії з частковою утилізацією теплоти на полігоні;
- використання біогазу, як паливо для автомобілів.

Одним з факторів визначення потрібного способу дегазації є встановлення існуючих об'ємів біогазу у звалищі чи полігоні ТПВ. Для цього проводяться попередні розрахунки за математичними моделями, та ведуться практичні дослідження, що представляють собою буріння свердловин у товщі звалищ ТПВ з послідуєчим встановленням у них концентрації газів. При дослідженні цього підходу у визначені запасів біогазу визначено такі недоліки: неточні дані існуючих запасів, дороге обладнання для проведення практичних досліджень.

На основі цього розроблена модифікована формула для розрахунку об'єму біогазу, яка має нові раніше незадіяні коефіцієнти, які впливають на визначасий об'єм біогазу.

Також для встановлення запасів біогазу у товщі звалищ та полігонів ТПВ розроблені модель швидкості фільтрації газу на полігонах та звалищах твердих побутових відходів та експрес метод дослідження інтенсивності виходу біогазу з товщі звалищ та полігонів ТПВ, який базується на практичних дослідженнях.

Модель швидкості фільтрації газу на полігоні твердих побутових відходів основана на моделі руху газів у пористому середовищі.

Як відомо з літературних джерел накопичення газу у пористих пластах-колекторах і основні технології витягання (здобичі) проходять за законами теорії фільтрації. Залежно від структури твердого тіла і величини перепаду тиску розрізняють три основні типи газопроникнення: дифузійний потік, молекулярну еффузію і ламінарний потік [7].

Наш випадок підходить під ламінарний тип газопроникнення, оскільки ламінарний перебіг газу через тверде тіло має місце за наявності у тілі пір, діаметр яких значно перевищує довжину вільного пробігу молекул газу.

Розраховується швидкість фільтрації газу за законом Дарсі, який представлений нижче наведеною формулою, де коефіцієнт газопроникнення чисельно дорівнює об'ємній витраті флюїду з динамічною в'язкістю, яка дорівнює одиниці, та проходячого через одиницю площі перетину при одиничному перепаді тиску на одиницю шляху фільтрації, вимірюється у м², на практиці у дарсі [8]:

$$K_{пр} = \frac{Q \cdot L \cdot \mu}{S \cdot P}, \quad (1)$$

Запропонований підхід з визначення запасів біогазу є альтернативою при визначенні способів дегазації. Також він може використовуватися як додатковий.

Результати досліджень при застосуванні пропонуємого способу можуть бути використані для проведення оцінки звалища або полігону на наявність газу, прогнозів очіку-

де Q – витрати газу, м³/с; P – перепад тиску, Па або кг/м²; μ – динамічна в'язкість газу, кг*с/м²; S – площа перетину, м²; L – довжина шару відходів, м.

Звідки:

$$Q = \frac{K_{пр} \cdot S \cdot P}{L \cdot \mu}. \quad (2)$$

Процеси переміщення біогазу у товщі полігону чи звалищі відбуваються під дією градієнту тиску та молекулярної дифузії. Оскільки рух газу відбувається не прямолінійно, а з відгалуженнями (огинаючи непроникні відходи) формули вводиться коефіцієнт поправки, який враховує обходження газом перешкод.

Для проведення практичних досліджень проведено аналіз приладної бази для визначення концентрації метану та підібрано прилади, які найбільше підходять для проведення експерименту.

Пропонуємий спосіб з визначення запасів біогазу апробовано на Ігреському звалищі м. Дніпропетровська.

Також зараз здійснюється розробка заходу щодо забезпечення екологічної безпеки при експлуатації та закритті полігонів ТПВ з застосуванням природних сорбентів для поглинання біогазу.

Висновки

ваного забруднення атмосфери у районах їх розташування.

Впровадження цього способу дозволить зменшити витрати при визначенні об'ємів біогазу, та дозволить встановлювати більш точні дані існуючих запасів біогазів у товщі звалища.

Перелік посилань

1. Щербо А.П. Гігієнічні питання знешкодження побутових відходів // Праці ХХІІІ наукової конференції «Хлопінські читання». – Л.: Видання ін-та удосконалення лікарів ім. С.М. Кирова.– 1990.– С. 25.
2. Мірний А.Н. Сучасні методи знешкодження і утилізації твердих побутових відходів // Житлово-комунальне господарство.– 1994.– № 3. – С. 24-26.
3. Дарулис П.В. Отходы областного города. Сбор и утилизация. - Смоленск, 2000. - 520 с.
4. Мірний А.Н. Санітарне очищення населених місць. Довідник. - М.: Стройиздат, 1990. - 342 с.
5. Рабинович М.Д. Техничко-экономическая оценка комплексного энергетического использования сточных вод коммунальных предприятий // III Международная конференция «Нетрадиционная энергетика в XXI веке». - Судак, - 2002.
6. Ульянов В. Про існуючі методи знешкодження твердих побутових відходів // Екологічний бюлетень «Чиста земля». - Владимир, 1997. - Спец. випуск № 1. - С.22-27.

7. Ентов В.М. Теория фильтрации. - М.: Надра, 1998, С. 156-158.
8. Горная энциклопедия. - М.: Надра, 1990. – Том 1. - 456 с.

I.V. Makhota **PROBLEMS OF UTILIZATION
AND DEFUSING OF HARD DOMESTIC
WASTES AND PERFECTION
OF METHODS OF THEIR DECISION**

*Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovs'k*

In the article the existent state of the system of handling with hard domestic wastes is analyzed in Ukraine. Oversea experience in decision of problems of utilization and defusing of hard domestic wastes is investigated. Was determined, that the operating system of the system of handling hard domestic wastes on Ukraine is a considerable sanitary and hygienically danger. Its activity is not directed on processing of wastes for the use them as the second raw material and fuel and energy resources. The existent methods of utilization and defusing of hard domestic wastes on Ukraine need reorganization for providing the health of population and prevention of environment care contamination. On the basis of mentioned above, the alternative method of determination of supplies of biogas has been offered on dumps of hard domestic wastes. It will give possibility to determine the system of degassing of dumps and grounds of hard domestic wastes. This method is based on the models of speed of filtration of gas on the dumps of hard domestic wastes and express method of research of intensity of biogas output from the layer of dumps of hard domestic wastes.

*Надійшла до редколегії 20 серпня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 504.53.052:628.5:631.453

A.G. Shapar,
O.K. Tyapkin, M.A. Yemets

**INCREASE OF EFFICIENCY
OF SOIL REMEDIATION NEAR
STORES OF RADIOACTIVE
WASTES**

*Institute for Nature Management Problems & Ecology of NAS of Ukraine,
Dnipropetrovsk*

One of bases of the sustainable development of Ukraine is the modern nuclear fuel cycle (complex). But the complex has great potential of pollution in soil resources. The problem in Ukraine can be resolved only on the basis of the European standards by means of wide intrusion of modern procedures of clearing of soil from radioactive pollution (collected during half-century functioning of the nuclear industry of the former Soviet Union). CLEANSOIL is a very simple and cost-efficient modern technology to enable in-situ treatment of hazardous substances in soil, especially targeted for large areas of polluted land and causing minimum site disturbance. The need of viable methods of detecting and evaluating such environmental contamination by objects of nuclear fuel cycle has made the special complex of radiological researches (capacity an exposition doze of γ -radiation, specific activity of soil and vegetation) to be valuable tools, thanks to their non invasive characteristics and low cost investigation.

Одной из основ устойчивого развития Украины является современный ядерно-топливный цикл (комплекс). Но этот комплекс имеет большой потенциал загрязнения ресурсов почвы. Эта проблема в Украине может быть решена только на основе Европейских стандартов посредством широкого внедрения современных процедур очистки почвы от радиоактивного загрязнения (накопленного в течение полстолетия функционирования ядерной промышленности бывшего Советского Союза). CLEANSOIL - простая и финансово-эффективная современная технология, которая позволяет in-situ извлечение опасных веществ из почвы на достаточно больших площадях загрязненной земли с минимальными нарушениями поверхности. Потребность эффективных методов обнаружения и оценки такого загрязнения окружающей среды объектами ядерно-топливного цикла определила специальный комплекс радиологических исследований (мощность экспозиционной дозы γ -излучения, удельная активность почвы и растительности) как ценный, не агрессивный к окружающей среде и дешевый инструмент.

Introduction

Since 1990-th years Ukraine has been passing to a system of sustainable development, which provides harmonious and rational assistance of economic and ecological spheres. One of bases of the development is the modern nuclear fuel cycle (first of all – mining, processing of uranium raw material and salvaging of radioactive wastes). The present problems of this complex (considerable miscellaneous influence on various spheres of habitability) can be resolved only on the basis of the European standards by means of wide intrusion of modern procedures of clearing of the basic components of an environment from pollution (collected during half-century functioning of the nuclear industry of Soviet Union).

The enterprises of the nuclear fuel cycle are concentrated in the central Ukraine (Dnipropetrovsk and Kirovograd regions). The territory of the regions is marked out to be the Region of uranium ore extraction and primary processing due to its social, economical and environmental peculiarities (Fig.1,a).

But there are many sites of radioactive pollution in territory of the region. The majority of these sites is near the stores of radioactive wastes. Without clearing soil (these sites) from radioactive pollution the sustainable development of the region as a whole is impossible. But the clearing of soil is very expensive procedure. Therefore it is very important to know exact borders of the polluted sites. The complex of radiological researches in the polluted territories is necessary for this purpose.

© Shapar A.G., Tyapkin O.K.,
Yemets M.A. , 2008

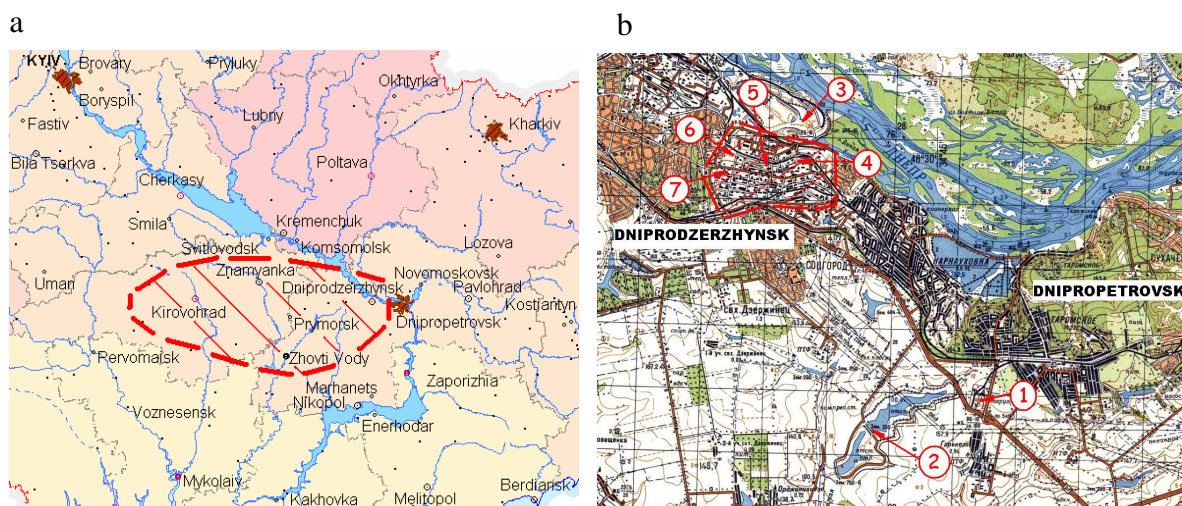


Fig.1. The region of uranium ore extraction and primary processing (a) and the stores of radioactive wastes of Pridniprovsk chemical factory (b): 1 – Base “S”, 2 – Depository “S”, 3 – Depository “Dniprovskoye”, the stores inside the factory: 4 – “Yougo-vostochnoye”, 5 – “Tsentral’nyi Yar”, 6 – “Severo-zapadnoye”, 7 – intermediate warehouse of the production.

General characteristic of the Region of uranium ore extraction and primary processing

The Region has unique powerful industrial potential and development, but radioactive pollution limit its social and economical effect. There were not any adequate activities of social (medical) and environmental protection during half-century functioning of the enterprises of uranium ore extraction and processing. Therefore, the Region is characterized as a territory with negative radioactive and ecological situation, which influences the environment and health, causes negative demographic situation, decrease of the rate of employment and the standard of living.

The Region is located on the southeast part of the Ukrainian Shield (Precambrian bedrock). The granite intrusions with the increased contents of radionuclides: uranium-radium and thorium sets (Proterozoic Kirovogradsky and Dnieprovsko-Tokovsky magmatic complexes) have received rather widespread distribution. These rocks determine local increase of capacity of an exposition doze of γ -radiation (up to

30-50 mcR/hours) in valleys of the rivers and streams, in gorges and ravines. But the regional radioactive background does not exceed 15 mcR/hours. It is determined by the clay overlying (≥ 10 m), which one is “the reliable screen” from radiation influence of Precambrian bedrock on the most part of the region. There are local anomalies (up to 3000 mcR/hours) only near the enterprises of nuclear-fuel cycle. First of all they are the store of liquid radioactive wastes. The huge quantities of liquid radioactive wastes were merged in upper reaches of girders without special antifiltration opening-up of bottom-bed and blocking dams during several decades (Fig.1,b and Tabl.1). These sites are constant sources of contamination of soil “through” superficial and underground waters and lower atmospheric slices – the losses at transportation, temporary storage etc. operations with uranium raw material and wastes [2,5].

Table 1 – The most dangerous sets of stores of radioactive wastes of the Region

	Floor area (m ²)	Weight (tons)	Volume (m ³)	Activity (10 ¹⁵ Bq)
Zhovti Vody (extracting and processing of uranium raw material)	3062000	56300000	34500000	2.79
Dnipropetrovsk-Dniprodzerzhynsk (processing of uranium raw material)	1634600	36346600	18813300	2.58

The large density of the population, objects of an industrial and agricultural infrastructure of Central Ukraine is on the polluted areas. It is

needed for urgent salvation of the regional problems to accelerate the development of effective soil remediation technologies.

Choice of the technology of clearing of soil from radioactive pollution

The most widespread method of soils cleaning from the contaminants includes its complete mining and removal for further cleaning in special areas or store within special sites. As a rule, these methods are very expensive and they cause heavy industrial influence on territory such as influence of long distances transporta-

tion and related high risk of industrial failures and catastrophes.

Moreover, excavation is unacceptable at all in many cases considering financial or technical state. Thus, an important task is to develop new technology of radioactive pollutants removal from soils.

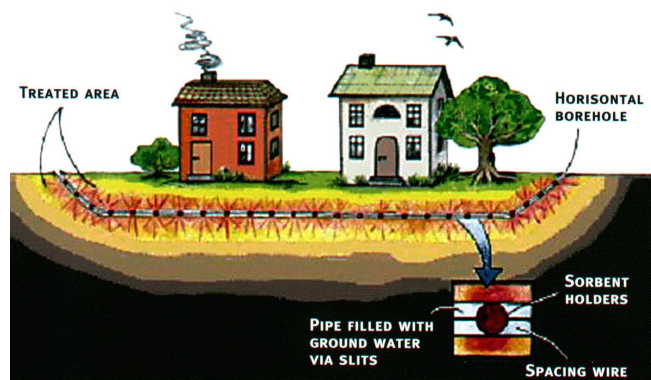


Fig.2. The circuit of realization of CLEAN SOIL: An Innovate Method for the On-Site Remediation of Polluted Soil Under Existing Infrastructures

The new method of soil clearing (CLEAN SOIL) from different pollutants (heavy metals, hydrocarbons, etc) now actively begins to be applied in Ukraine and Russia. The method of soil cleaning technologically is based on horizontal drilling of bore holes, including territory under the existent infrastructure [1] (Fig.2). The bore holes are afterwards equipped with the system of fabric sleeves capacities filled with some adsorption substance. The method includes the installation systems of horizontal bore holes within the borders of contaminated territory, on a certain depth, with the subsequent adsorption capacities inserted. When pollutants are adsorbed from soil at the required

level, after certain period of time, the system is removed, and adsorption material is regenerated for repeated use. The results of our experimental researches (as the Ukrainian partners of EU Project CLEAN SOIL) in 2006-07 testify that the technology provides extraction of pollution from chernozem of Ukrainian steppe [3]. The technology is more cheaply traditional technology of soil clearing. But for effective remediation of polluted territory the exact finding of radioactive polluted sites is necessary. The positive example of detailed complex radiological researches of territory near one of the largest stores of radioactive wastes is given below.

The example of detailed study of radiological situation near stores of radioactive wastes

We investigate (in details) some stores of radioactive wastes of Pridniprovsk chemical factory (processing of uranium raw material). The enterprise is located in Dniprodzerzhynsk. And the stores are located in (and near) the territory of the enterprise, and near Dnipropetrovsk-city – the regional center with 1,5 million inhabitants (Fig.1,b). The biggest stores are Base "S" (former intermediate warehouse of uranium ore) and Depository "S" (wastes of primary processing of uranium ore) with changeable surface of "mirror" of water, which does

not cover surface of the store completely. The farmland is located around of the stores (Fig.3,a).

The results of our field researches are given in Fig.3,b-d as maps of radioactive anomalies: capacities of an exposition doze of γ -radiation, specific activity of soil and "total" vegetation (the information about specific activity of different kinds of vegetation is submitted in Fig.4,d). The absence of essential spatial pair dependence of these anomalies takes place (Fig.4,a-c)

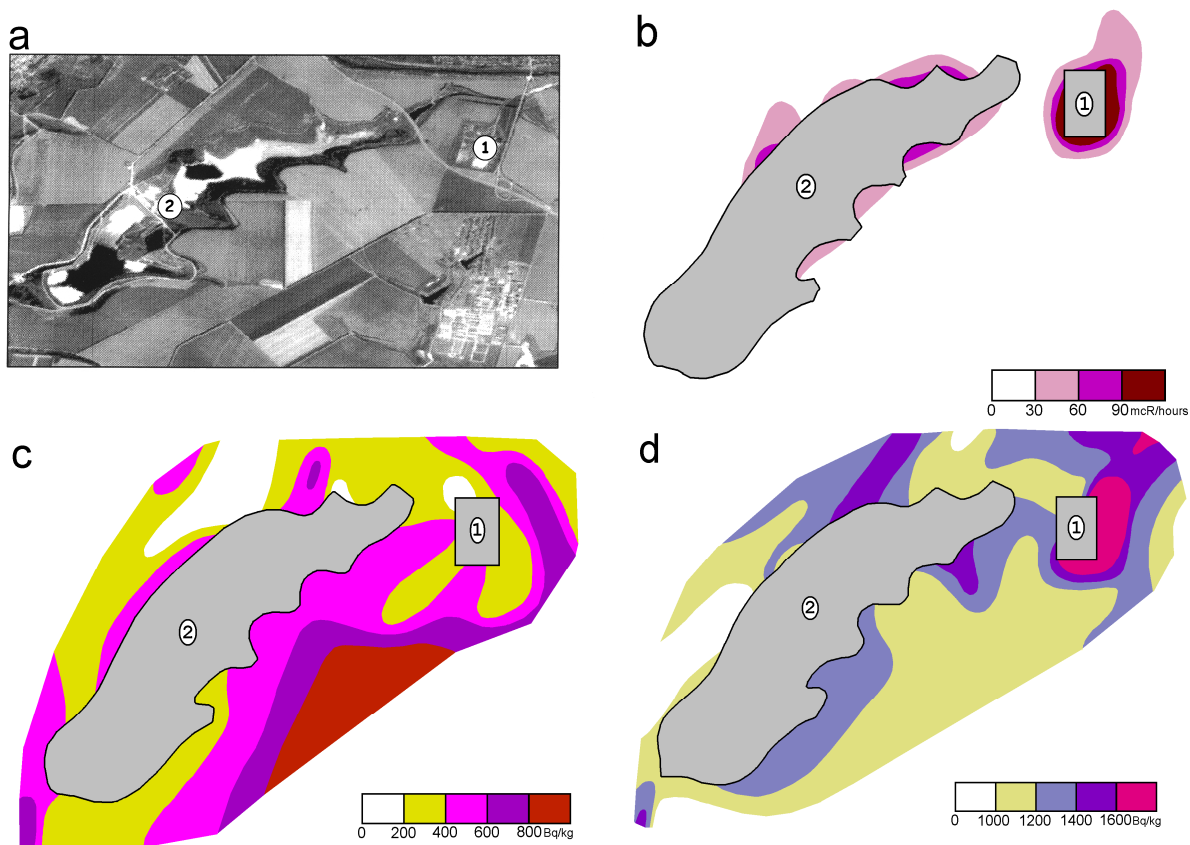


Fig.3. The space photo of territories near the stores of radioactive wastes: 1 – Base "S", 2 – Depository "S" (a) and the results of complex radiological researches – the maps of radioactive anomalies: capacities of an exposition doze of γ -radiation (b), specific activity of soil (c) and "total" vegetation (d).

The following basic spatial features of radiological conditions of investigated territory are revealed:

1) the anomalies of an exposition doze of γ -radiation are located near borders of these stores and consequently they do not give the sufficient information about spatial distribution of radioactive pollution of an environment of the investigated territory;

2) the anomalies of specific activity of soil are result of long-term processes of filling radionuclides of territory near these stores:

- to the northeast (the former demounted access railway ways) – losses of brought uranium raw material,
- to the northwest (pipeline from Pridniпровsk chemical factory) – losses of liquid radioactive wastes,

- to the southeast – wind dust from dry part of surface of the store,

- to the southwest (downwards along a gully) – leakage from the store;

3) the anomalies of specific activity of vegetation partially "correspond" to anomalies of radioactive pollution of soil, but the general tendency is the moving of radioactive anomalies in vegetation to the east and southeast from this sources – the stores of radioactive wastes. It is the result of local influence of the meteorological factors – western winds prevail in the period of vegetation here.

The objects of application of CLEANSOIL technology are not the anomalies of an exposition doze of γ -radiation, but radioactive anomalies (specific activity) of soil and vegetation. Last anomalies are connected to features of tectonic structure of territory.

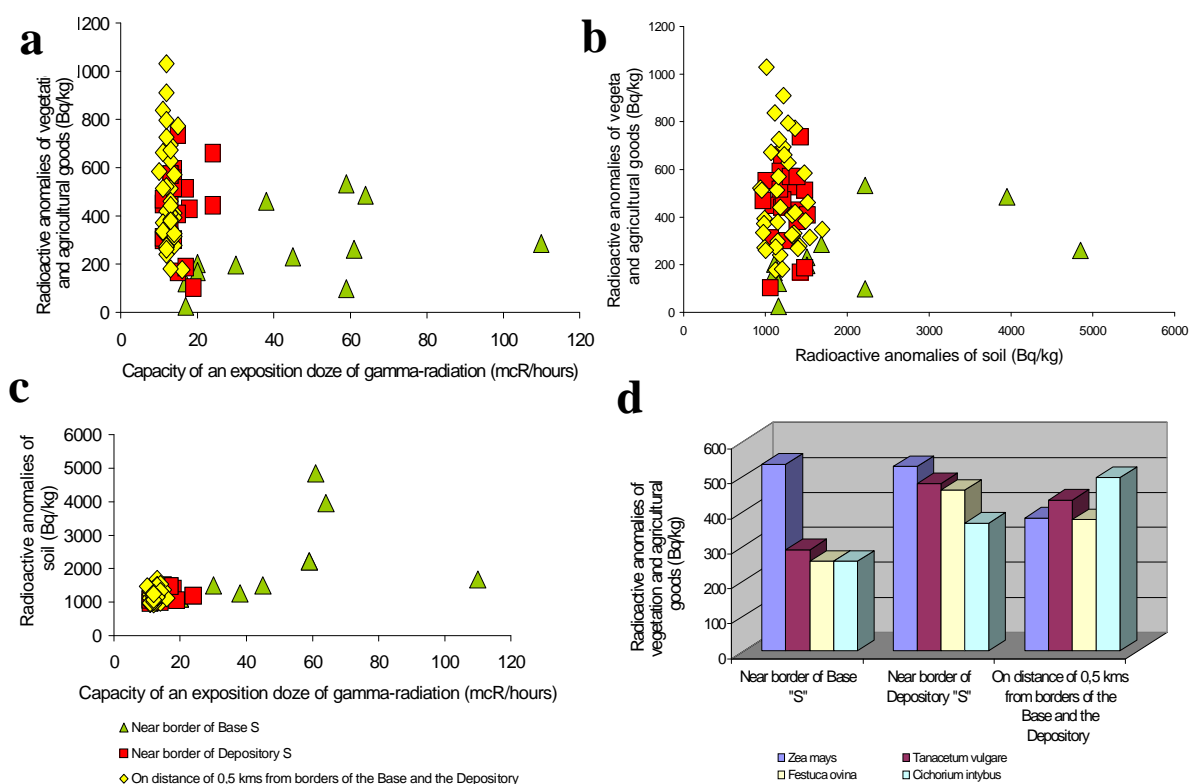


Fig.4. The spatial pair dependence of radiological anomalies of soil, vegetation capacities and γ -radiation, (a-c) and specific activity of different kinds of vegetation (d).

Tectonic preconditions of radioactive contamination

One of the major factors are the faults, which determined as ecological and as radiological situation at any region. The settlements and large industrial manufactures gravitate to the rivers, which network is completely predetermined by systems of faults. The traces of the largest of faults have width from several kilometers up to several tens kilometers on a surface of the Earth. It is well known that no less than 84 % of ore deposits discovered in the Earth are connected-directly or indirectly-with the earth crust faults. Also along faults local structures in sedimentary cover dispose and represent the hydrocarbon traps. All these factors predetermine development of mining and oil industry in the region of faults. Practically all of well-known at this region accumulation of radioactive substances and concentration of radon are bound up with tectonic faults. The faults have ability to concentrate and accumulate radionuclides and that's why its can be ways of migration of radionuclides.

The earth's crust (lithosphere) is cut by the systems of subvertical faults having complicated hierarchy, starting with planetary faults and down to faults confining the blocks to tens

of kilometers and less. The intersection of faults of various ranks and directions results in very mixed picture of lithosphere blocks, the horizontal dimensions of which are incomparably small with respect to the vertical ones.

As the conception base for study of a region's tectonics is taken the New rotational hypothesis of structure formation [4]. According to this conception in some tectonic epoch under the influence of forces of planetary stresses it occurs a stirring up of the systems of the earth crust's faults formed earlier. Each such system consists of some faults, hierarchically subordinated, of two mutually orthogonal directions. A system of faults is stirred up, one of its directions coincides with, or is near to, that of the rotation pole's displacement. In other words there is an interrelation between the orientation of the basement faults systems and the time of their stirring up.

In establishing and studying faults of the crystalline basement in the Industrial Pridniпров'e the geophysical methods, gravity and magnetic surveys in particular, were of predominant value. For this aim, the following three groups of indicators were used:

- the linear steps in the levels of the gravity and magnetic fields, corresponding to the linear tectonics and stratigraphic basement rocks contacts of different physical properties;
- the linear local gravity and magnetic anomalies of both signs caused, within the fault structures of basement, by the newly formed geological objects of the magmatic, metamorphic and tectonic composition;
- the linear irregularities in the behaviour of the isoanomalals or the linear boundaries between the zones with the isolines of different configurations of these fields owing to different types of contacts of the contiguous geological formations of the basement.

In the limits of Industrial Pridnieprov'e as well as on all territory of the Ukrainian Shield there are clearly fixed six systems of faults with the following stretching azimuths: 0° and 270°, 17° and 287°, 35° and 305°, 45° and 315°, 62° and 332°, 77° and 347°.

The analysis of geomorphological indications of the revealed faults has allowed to determine their fragments, which stirring up at the newest time.

That's why the greatest radioactive pollution in all environments of the Earth are connected to faults.

Conclusions

The present Ukrainian nuclear fuel cycle (mining, processing of uranium raw material and salvaging of radioactive wastes) not only provides the social and economic development of the state, but it's the source of radioactive pollution of an environment in the large territories of central Ukraine.

The new technology of soil clearing (CLEANSOIL) is adapted for soil conditions of central Ukraine. It is an innovative method of soil purification from radioactive contaminating (simple in use, applicable for existing infra-

The map of density of indicators of faults of different ranks – as the basis of the characteristic of sustainable of an environment in causal relation to most intensive natural and technogenic processes have been constructed [5]. The maps is the basis of the prediction of sharp disturbances of geologic environment, which causing to accident on enterprises of nuclear fuel cycle and their consequences.

The sites with radioactive pollution of vegetation in many cases are badly correlated with anomalies of capacity of doze γ -radiation, but its are supervised precisely by features of tectonic structure. The rocks of the Ukrainian Shield, which leaving on a day time surface within the limits of faults, was the sources of radioactive contamination of plants. The anomalies of volumetric activity of radon are dated for the systems of faults in region. The greatest concentration radionuclides in superficial and underground waters and the greatest quantity of radioactive anomalies in vegetation are dated for blocks of the rocks, which limited by these systems of faults [6].

The information about local features of tectonic structure helps more precisely to define borders of the polluted sites and the directions of radionuclide "distribution".

structure, cost-justifiable, neither excavation nor soil transferring). The complex of radiological researches is necessary for effective application of this technology (it's not measurement of capacity an exposition doze of γ -radiation, but specific activity of soil and vegetation). Last anomalies are connected to features of tectonic structure of territory. Therefore the information about local features of tectonic structure helps more precisely to define (spatially - temporary) borders of the radioactive polluted sites.

References

1. Schwalbe, P., López, A.M.L., Schories, G, Hänel, M. and Asensio, R.P. [2005] EU project CLEANSOIL – an innovative method for the on-site remediation of polluted soil under existing infrastructures. *Problems of Nature Management, Sustainable Development and Technogenous Safety of Regions – Proceeding of the Third International scientific-practical conference*. Dnipropetrovsk, Ukraine. 133-138.
2. Shapar, A.G., Emets, M.A., Tyapkin, O.K. and Skripnik, O.A. [2007] Environmental problems of uranium ore extraction and primary processing regions in Ukraine. *Okologische und Technologische Aspekte der Lebensversorgung (Euro-Eco-2007) – Proceeding of II International symposium*. Hanover, Germany. 48-49.

3. Shapar, A.G., Emets', N.A., Tyapkin, O.K. and Skrypnyk O.A. [2007] Some results of steppe soil pesticides removal in Ukraine. *Soil and Wetland Ecotoxicology (SOWETOX-2007) – Proceeding of International Meeting*. Barcelona, Spain. Paper 1.2.19.
4. Tyapkin, K.F. [1983] Current problems in studies of Precambrian crustal faults by geological and geophysical methods. *Geologica Balcanica*. Sofia, Bulgaria. **V.13.1.** 37-48.
5. Tyapkin, O.K., Shapar, A.G. and Troyan, J.G. [2001] The Prediction of Changes of a Radiological Situation of Industrial Advanced Regions of NIS. *63rd EAGE Conference and Technical Exhibition*. Amsterdam, The Netherlands. P233.
6. Tyapkin, O.K., Troyan, J.G., Bugrova, H.L. [1999] Influence of Precambrian Bedrock Faults on Radioactive Pollution of an Environment – Case Histories. *61st EAGE Conference and Technical Exhibition*. Helsinki, Finland. Paper 4-21.

*А.Г. Шапар,
О.К. Тяпкін, М.А. Ємець*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТУ БІЛЯ СХОВИЩ
РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ**

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Однієї з основ сталого розвитку України є сучасний ядерно-паливний цикл (комплекс). Але цей комплекс має великий потенціал забруднення ресурсів ґрунту. Ця проблема в Україні може бути вирішена тільки на основі Європейських стандартів за допомогою широкого впровадження сучасних процедур очищення ґрунту від радіоактивного забруднення (накопиченого протягом півстоліття функціонування ядерної промисловості колишнього Радянського Союзу). CLEANSOIL - проста і фінансово-ефективна сучасна технологія, що дозволяє in-situ витяг небезпечних речовин із ґрунту на досить великих площах забрудненої землі з мінімальними порушеннями поверхні. Потреба ефективних методів виявлення й оцінки такого забруднення навколишнього середовища об'єктами ядерно-паливного циклу визначила спеціальний комплекс радіологічних досліджень (потужність експозиційної дози γ -випромінювання, питома активність ґрунту і рослинності) як цінний, не агресивний до навколишнього середовища і дешевий інструмент.

*Надійшла до редколегії 28 серпня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.геол.-мін.наук Я.Я. Сердюком*

ЧАСТИНА 4. МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ, ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 711/502.7

**ЕКОМОНІТОРИНГ
У РОЗРОБКАХ ІНСТИТУТУ**
О.А. Романовський

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Екомоніторинг як термін у кожного на “слуху”. Але його реалізація на практиці поки що не відповідає потребам суспільства і самої природи. У статті йдеться про новачі інститута у створенні регіональної системи екомоніторингу в контексті досліджень з проблем сталого розвитку територій.

Екомоніторинг как термин у каждого на “слуху”. Однако его реализация на практике пока еще не отвечает потребностям общества и самой природы. В статье говорится о новациях института в создании региональной системы экомониторинга в контексте исследований по проблемам устойчивого развития территорий.

Від дня заснування інституту (1991 р.) і до теперішнього часу розробка наукових основ регіональної системи екологічного моніторингу залишається одним із ключових напрямів досліджень поряд з розробкою методології вибору стратегії сталого розвитку регіонів і оцінкою екологічних наслідків діяльності гірничопромислового виробництва. Причому ці напрями ніколи не змінювалися, а лише коригувалися та доповнювалися, що свідчить про далекоглядність НАН України у визначенні перспектив діяльності наукових установ.

Не меншу прозорливість у виборі шляхів вирішення поставлених завдань продемонструвало керівництво інституту. Воно відійшло від традиційних схем закріплення за зазначеними науковими напрямами певних колективів виконавців, а сформувало наукові підрозділи за функціональними схемами. Тобто, з самого початку визнавалась провідна тема сталого розвитку, що має комплексний характер і без системи екомоніторингу, оціночних показників стану навколишнього середовища, інших не може вважатися закінченою. Таке планування забезпечило невинне і якісне виконання усіх завдань і отримання високих результатів.

З перших днів роботи тоді Відділення проблем природокористування та регіональної економіки Інститута технічної механіки

НАН України (1988 р.), на базі якого пізніше було створено Інститут проблем природокористування та екології, тема екомоніторингу у складі загальної проблеми сталого розвитку зайняла чинне місце. Проведений науковцями аналіз екологічної ситуації у Дніпропетровській області показав нагальну потребу якнайшвидшого створення на сучасній науково-технічній базі регіональної системи екологічного моніторингу.

Серед перших робіт відносно екомоніторингу в архівних документах інституту значаться наукові звіти з таких тем: “Розробка науково-методичних основ створення автоматизованого моніторингу навколишнього середовища у промисловому регіоні”; “Розробка біоекологічних основ створення моніторингу стану навколишнього середовища”; “Науково-методичне забезпечення створення міської системи екологічного моніторингу”, “Визначення основних положень екомоніторингу, систем управління охороною навколишнього середовища і регіонального природокористування”. Ці та інші роботи доповнювались дослідженнями, пов’язаними з розробкою методології оцінки якості стану навколишнього середовища; математичних моделей відкритих екосистем, у тому числі деградуючих, з метою вивчення і прогнозування їхніх змін під впливом антропогенних навантажень, інших.

Необхідність мати систему екологічного моніторингу в умовах кризової екологічної

ситуації в області добре розуміли і місцеві органи влади. Тому не випадково чергова сесія обласної ради народних депутатів 1990 року своїм рішенням доручила Придніпровському науковому центру АН України і Інституту проблем природокористування та екології АН України розробити Концепцію регіонального екомоніторингу і Програму робіт з реалізації системи екомоніторингу (СЕМ „Придніпров’я”). Невдовзі Концепція і програма були розроблені та схвалені місцевими органами влади.

Реалізація регіональної СЕМ розпочалася зі створення інформаційно-довідкової системи моніторингу Дніпропетровської області і міста Дніпропетровська. Наприкінці 1991р. була здана у дослідну експлуатацію перша черга системи екомоніторингу міста Дніпропетровська. Вона являла собою розподільчу мережу з автоматизованими робочими місцями на базі персональних комп’ютерів. Сюди регулярно надходили дані про викиди і скиди забруднюючих речовин з більшості

великих промислових підприємств міста. Результати обробки даних передавалися у міське управління з охорони навколишнього середовища та у міську адміністрацію.

Паралельно інститут розробляв комплекс математичних моделей і програм щодо розповсюдження забруднювачів у різних середовищах (повітря, вода, ґрунт), відпрацьовував схеми комп’ютерних інформаційних технологій екомоніторингу, інші.

Був побудований комплекс програм для еколого-економічного моделювання варіантів розвитку народногосподарського комплексу регіону (на прикладі Дніпропетровської області). Розроблені основні положення і експериментальний варіант підсистеми ведення картографічної інформації для міських систем екомоніторингу, вироблені і апробовані рішення з організаційної структури системи, розроблений ряд документів, визначаючих порядок впровадження і експлуатації системи екомоніторингу (риунок 1).

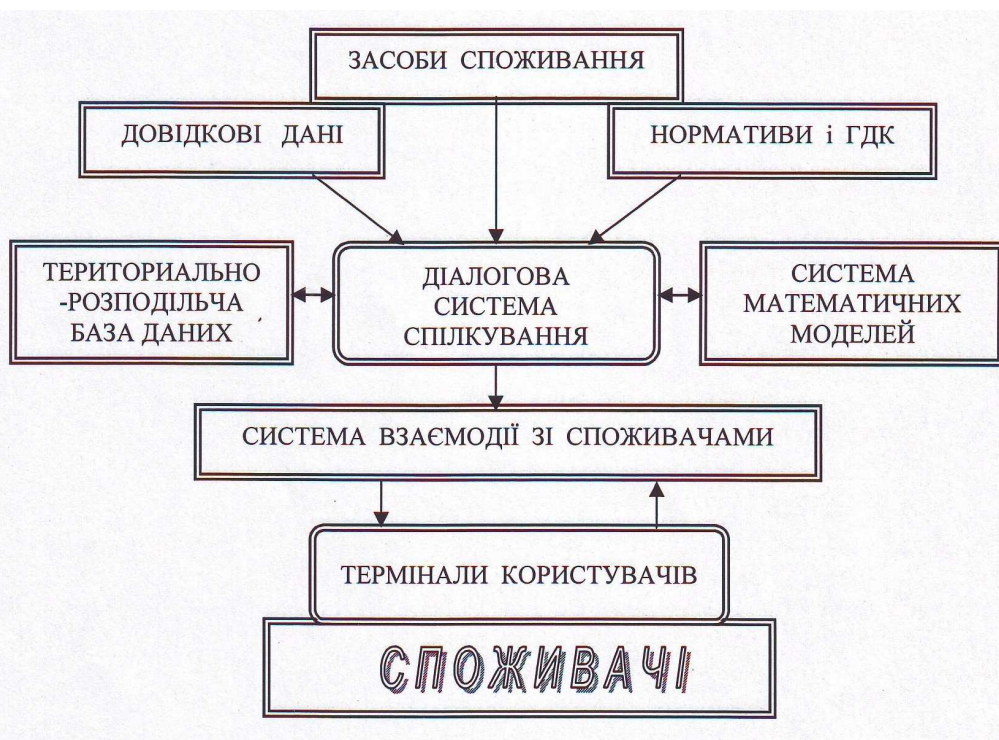


Рисунок 1 - Схема взаємовідносин у системі екомоніторингу

Одночасно зі здачею в дослідну експлуатацію першої черги системи екологічного моніторингу м. Дніпропетровська з 1992 р. на замовлення Державного комітету України з науки і техніки інститут розпочав розробку інформаційно-математичного забезпечення

системи контролю і прогнозу забруднень навколишнього середовища для регіонального екомоніторингу у рамках державної науково-технічної програми “Проблеми екологічної безпеки України”. Паралельно виконувались дослідження за темою НАН

Україні “Розробка методології вибору стратегії раціонального використання природних ресурсів та сталого еколого-економічного розвитку регіонів з високим техногенним навантаженням”. Тобто, модулі системи екомоніторингу відпрацьовувалися на конкретній базі екологічного та економічного стану регіону (у даному випадку – Придніпров’я).

Були виконані різнопланові дослідження, що дало змогу розробити для системи екомоніторингу: регіональну еколого-економічну модель функціонування господарського комплексу; алгоритм порівняльної оцінки забруднення повітря у контрольних точках території; методи подання у ЕОМ картографічної інформації; основні функціональні залежності біосфери регіону від антропогенних забруднень; моделі переносу пилу та газів у атмосфері регіону, випадіння їх на поверхню, розповсюдження поверхневими водотоками; проектні рішення щодо створення регіонального центру екомоніторингу, його організаційної структури, інформаційного забезпечення, автоматизованих структур тощо.

Свого часу Концепція СЕМ „Придніпров’я”, її структура і функції були розглянуті на засіданнях Президії Академії наук України (06.01.1991 р.) і Наукової ради з проблем біосфери АН України (04.04.1991р.), Всеукраїнській нараді з моніторингу у м. Дніпропетровську за участю Міністра з охорони навколишнього середовища (09.10.1991 р.). Рішеннями цих засідань регіональна СЕМ „Придніпров’я” Дніпропетровської області була прийнята за базову при створенні СЕМ „Україна”.

Принциповою відмінністю СЕМ „Придніпров’я” від відомчих систем і тих, що пропонувалися на той час було об’єднання в одному комплексі чотирьох функцій: спостереження, оцінки, прогнозу і, головна, управління якістю навколишнього середовища регіону. Саме тому в цю систему, як необхідний елемент, включалися органи державного управління, а не тільки пости збору, обробки, накопичення інформації та відомчі структури.

СЕМ „Придніпров’я” не дублювала і не підмінювала існуючі відомчі системи моніторингу, які відслідковували лише окремі компоненти природного середовища. Вона стала новою інфраструктурою регіонального

(обласного) рівня, котра включала, як окремі елементи, відомчі системи і використовувала частину їх інформації. Але при цьому СЕМ „Придніпров’я” має свою власну мережу спостережень за об’єктами природного середовища, джерелами впливу на навколишнє середовище, здоров’ям населення, свою методологію оцінки якості навколишнього середовища і ступеня впливу на нього антропогенних факторів (рисунок 2).

Основними функціями СЕМ „Придніпров’я” були визначені:

- спостереження за об’єктами природного середовища і їх змінами, джерелами забруднення і впливу на компоненти навколишнього середовища, катастрофонебезпечними об’єктами, зміною стану здоров’я населення, у першу чергу дитячого;
- оцінка усього комплексу інформацій, що надходили, а також ретроспективної, порівняння і зберігання її;
- прогноз зміни екологічної ситуації і здоров’я населення як в окремих населених пунктах, так і у природних екосистемах регіону;

- управління екологічною ситуацією шляхом підготовки пакетів пропозицій з оперативних і перспективних дій, надання їх державним органам управління у містах, районах, області в цілому, котрі також мали розроблений алгоритм реалізації пропозицій в управлінських рішеннях.

Всі роботи, пов’язані з проектуванням, впровадженням і експлуатацією першої черги СЕМ „Придніпров’я” проводились на базі Інституту за фінансуванням НАН України. Тут же діяв центр управління моніторингом (ЦУМ). Наприкінці 1997 р. на підставі договору між облдержадміністрацією і інститутом перша черга СЕМ „Придніпров’я” була передана Держуправлінню екологічної безпеки у Дніпропетровській області. До неї додавалися: інформаційно-довідкова система і її регламент на ПЕОМ; пояснювальна записка до проектних рішень, програма прийому та операційної роботи з формами екологічної інформації користувачів, інші матеріали.

Подальший розвиток та удосконалення системи екомоніторингу (СЕМ “Придніпров’я”) інститут здійснював на замовлення облдержадміністрації у наступні роки. Зокрема, була розроблена підсистема радіаційного моніторингу для СЕМ “Придніпров’я”.

На її основі здійснені моніторингові радіоекологічні дослідження хвостосховища і бази радіоактивних відходів Придніпровського хімзаводу, створена регіональна екологічна

програма захисту населення від факторів радіаційного забруднення навколишнього природного середовища.

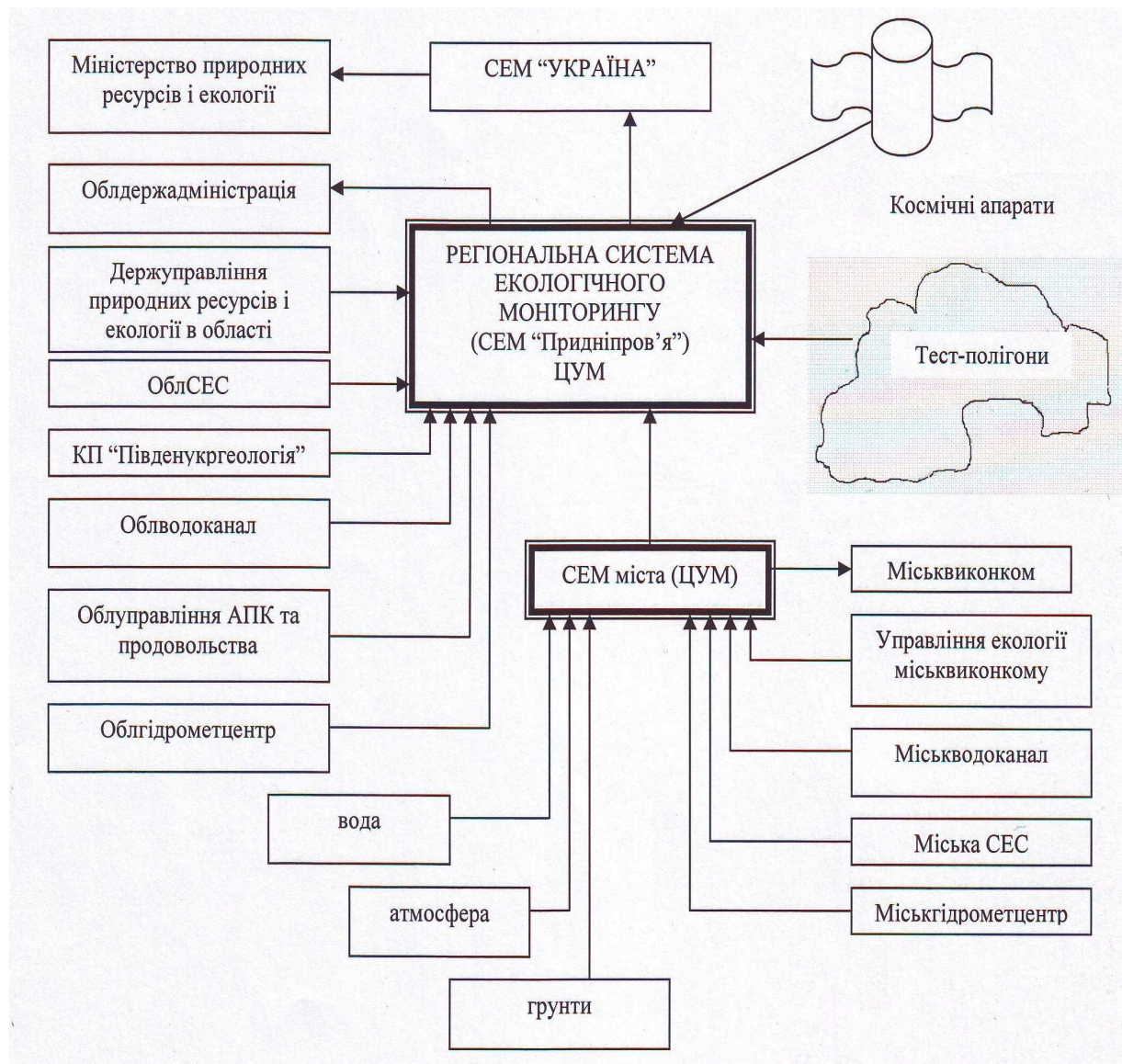


Рисунок 2 - Схема функціонування СЕМ "Придніпров'я"

На основі досліджень, у тому числі за даними екомоніторингу і власної оригінальної методики інститутом була розроблена і надрукована екологічна карта Дніпропетровської області, яка і на сьогодні не має аналогів в Україні. Подібна карта для м. Дніпропетровська була розроблена і видана пізніше. Карти створили можливість подальших системних досліджень територій, вирішення багатьох практичних еколого-економічних і соціальних задач, прийняття управлінських

рішень при плануванні процесів раціонального природокористування, природоохоронної діяльності тощо.

Безумовно, головна увага приділялась пошуку новачієних підходів до удосконалення регіональної системи екомоніторингу та їх перевірки на практиці. Тому не випадково інститут отримував від заїєтересованих організацій замовлення на виконання споріднених тем: "Проектування локальних і регіональних систем екомоніторингу першої

черги СЕМ “Україна”” (Геопрогноз), “Розробка матеріалів техноробочого проекту міської системи екологічного моніторингу” (ДНВО “Орбіта”), “Проблеми моніторингу навколишнього середовища у Дніпропетровській області” (облдержадміністрація) та інші. Тоді ж інститут розробив дослідний зразок прибору “Паратест” для автоматизованого екомоніторингу атмосфери (Дніпропетровський міськвиконком), брав участь у розвитку міської системи екомоніторингу (м. Дніпропетровськ), експериментальному випробуванні комплексу аерокосмічних спостережень за пересуванням наземних радіологічних об’єктів у рамках екомоніторингу (ДНВП “Орбіта”).

Пізніше на замовлення ДНВП “Орбіта” інститут взяв участь у рішенні тематичних завдань аерокосмічного моніторингу на основі базових даних і даних наземних спостережень, забезпеченні вхідних даних та алгоритму ідентифікації наземних об’єктів для розробки програми дешифрування космічних та авіаційних знімків. Для Інституту гідробіології НАН України було виконано роботу “Дафнії як біотест на загальну токсичність і мутагенність об’єктів навколишнього середовища на космічних станціях”.

Продовжуючи практичну реалізацію напрацьованих даних з екомоніторингу інститут у 2004 р. на замовлення Жовтоводського міськвиконкому розробив проектну документацію зі створення системи моніторингу території м. Жовті Води. Вибір параметрів, що контролюються і структури моніторингу (при проектуванні I черги) визначався впливом промислових об’єктів з переробки уранової руди (організовані викиди) і об’єктів з неорганізованим надходженням радіоактивних речовин (хвостосховища, полігон побутових відходів тощо) у навколишнє середовище, а також наявністю супутніх забруднювачів нерадіаційної природи (сульфат і нітрат іони, важкі метали та ін.). Контрольованими параметрами I-ї черги міської СЕМ були прийняті: концентрація пилу в атмосфері; потужність еквівалентної дози γ -випромінювання; об’ємна активність радону в атмосфері; питома активність довгоіснуючих природних радіонуклідів в атмосферному повітрі, поверхневих і підземних водах, ґрунті, рослинності; концентрація шкідливих хімічних речовин (оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки) у атмосферному

повітрі; концентрація важких металів і шкідливих хімічних речовин у ґрунті, воді, донних осадах, рослинності; показники медико-біологічного стану здоров’я населення міста.

Вищеозначені дослідження сприяли також успішній розробці інститутом проекту Державної програми забезпечення сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини, яка була затверджена Кабінетом Міністрів України наприкінці 2004 року.

У подальшому на замовлення Дніпропетровської та Кіровоградської облдержадміністрацій розроблені заходи щодо вирішення першочергових і стратегічних соціо-еколого-економічних проблем регіону видобування та первинної переробки уранової сировини, включаючи систему моніторингу показників сталого розвитку.

Як наголошувалося вище, система екомоніторингу розроблялася у контексті досліджень, пов’язаних з загальною стратегією сталого розвитку регіонів. Тому не випадково тема екомоніторингу завжди висвітлювалася у будь-яких матеріалах про сталий розвиток. Перш за все, це стосується наукових видань інституту.

Уже у першій монографії цього циклу „Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории” зазначалося, що „система досліджень регіональних проблем і прогнозування сценаріїв розвитку регіону повинна базуватися на комплексному моніторингу стану навколишнього природного середовища і математичному моделюванні сценаріїв розвитку еколого-економічної ситуації у регіоні”. Далі у роботі подано короткий опис системи комплексного моніторингу довілля у баченні її авторів [1].

В іншій монографії „Екологические основы природопользования” окремий її розділ присвячений „Інформаційним системам у забезпеченні екологічної безпеки, моніторингу та управління якістю природного середовища”. Зокрема, дається детальний опис інформаційних систем і їх ролі у прийнятті управлінських рішень, забезпеченні функціонування екомоніторингу. Окремо виділена регіональна система екологічного моніторингу (СЕМ „Придніпров’я”) [2].

У виданні інституту „Методичні підходи до вибору та обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку різних ландшафт-

них регіонів України” зазначається, що один із найважливіших напрямів виходу на стратегію сталого розвитку пов’язаний із встановленням рівня (нормативів) техногенного навантаження на території і узгодження з ним масштабів господарської діяльності. Перш за все, даються визначення і обґрунтування критеріїв та показників сталого розвитку, стандартів життєдіяльності населення в умовах техногенного навантаження регіонів. Обґрунтовані нові інтегральні показники, що характеризують рівень природної і техногенної безпеки, якість життя людини і якість навколишнього середовища. На їх основі пропонується запроваджувати систему екомоніторингу, як важливу складову у побудові стратегії сталого розвитку будь-якого регіону [3].

Детально розкрита тема „Розробка та впровадження системи регіонального комплексного екологічного моніторингу навколишнього середовища” у черговому науковому виданні інституту „Методичні вказівки з розробки регіональних стратегій сталого розвитку”. У спеціальному розділі показана роль та значення системи екомоніторингу у забезпеченні переходу регіону до сталого розвитку, порядок та етапи вибору території полігонів, організація центру комплексного екомоніторингу, формування об’єктивної картини поточного стану довкілля і здоров’я населення в системі екомоніторингу. Окремі розділи присвячені оцінці можливого екологічного ризику, підготовці інформації для прийняття управлінських рішень щодо покращення екологічного стану регіону тощо за даними екомоніторингу. В більш широкому плані йдеться мова про розробку та впровадження соціально-економічного моніторингу території як системи дослідження реальних змін у соціально-економічній сфері регіону [4].

У фундаментальній монографії „Стратегія і тактика сталого розвитку” темі моніторингу присвячений окремий розділ з продовженням у описі розробленої інституту Програми забезпечення сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини. Тут також показано процес створення системи екологічного моніторингу території м. Жовті Води [5].

У монографії „Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими робота-

ми (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистеми)”, де йдеться про відновлення ландшафтного та біологічного різноманіття на техногенних землях Кривбасу (зони провалів глибиною до 80 м, зовнішні відвали висотою до 100 м, відпрацьовані кар’єри глибиною до 300 м, шламосховища висотою дамб до 70 м), окремий розділ присвячений застосуванню типової системи екологічного моніторингу для створення і функціонування ландшафтних заказників на таких землях [6].

Безумовно, перелік наукових видань інституту з матеріалами стосовно екомоніторингу цим не вичерпується. Постійно вони публікуються у збірнику наукових праць “Екологія і природокористування”. Жвава дискусія з цього приводу розгортається на міжнародній науковій конференції “Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів”, котру інститут проводить раз на два роки за рішенням Президії НАН України. Зокрема, у рекомендаціях останньої (четвертої) конференції запропоновано відповідним міністерствам і відомствам: “Вважати першочерговим завданням створення єдиної системи комплексного екологічного моніторингу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини, для чого вже створені необхідні науково-методичні, технічні та організаційні умови, включаючи проект системи екомоніторингу м.Жовті Води”. До речі, цей проект інститут демонстрував на виставковій акції “Барвіста Україна” у м.Києві у 2006 році.

У більш широкому плані інститут запропонував схему комплексного моніторингу переходу регіонів до сталого розвитку і управління ним, структуру показників такого розвитку, які увійшли майже без змін у проект Концепції переходу України до сталого розвитку, поданого НАН України до Верховної Ради і Кабінету Міністрів України.

Продовжуючи дослідження у цьому напрямі на завдання НАН України інститут розпочав у 2007 р. дослідження за темою “Розробка методології створення системи комплексного моніторингу навколишнього середовища для гірничодобувних регіонів”. Передбачається, що по закінченню теми будуть обґрунтовані основні параметри такої

системи з урахуванням структурно-геологічних, ландшафтно-кліматичних та еколого-економічних умов гірничодобувних регіонів, а також основні напрями підтримки екосистем гірничодобувних регіонів у прогнозованому стані та способів їх досягнення.

На першому етапі виконана оцінка зміни стану гідросфери та літосфери регіонів видобутку корисних копалин, проведена попередня укрупнена геоecологічна типізація гірничодобувних підприємств. Досліджені основні джерела виникнення природно-техногенних геофізичних процесів у гірничодобувних регіонах та оцінені їх основні параметри.

Визначено алгоритм прогнозування природно-техногенних процесів у компонентах довкілля при освоєнні мінерально-сировинних ресурсів. Створена і обґрунтована класифікаційно-структурна схема впливу гірничого виробництва на оточуюче середовище, що планується враховувати при доопрацюванні системи екомоніторингу такого регіону. Безумовно, дослідження з екомоніторингу проводяться також іншими академічними установами.

Але значний науковий досвід Національної академії наук, у тому числі нашого інституту, з розробки наукових основ екологічного моніторингу довкілля, його практичного втілення не в повній мірі знаходить відображення у державних проектах.

Так, свого часу інститут направляє заваження до Державної програми проведення моніторингу навколишнього середовища, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України № 1376 від 05.12.2007 р. В них висловлювалася думка про необхідність врахування у цьому документі положень

розробленої НАН України Концепції створення системи національного, регіонального і локального екомоніторингу навколишнього середовища.

Визначалося, що запропоновані в програмі заходи призведуть лише до удосконалення регіональних та відомчих систем збору екологічної інформації, яка стосується лише окремих компонентів навколишнього середовища, при чому знятих у різних точках і за різним регламентом. Але територіального уявлення про стан довкілля отримати при такій схемі буде неможливо. До того ж відсутність серед суб'єктів відомчого моніторингу Мінпромполітики, Мінтопенерго, Мінатома, Мінкомунгоспу, тобто галузей, які спричиняють найбільшу шкоду навколишньому середовищу, суттєво знижує ефективність пропонованої системи такого спостереження.

У той же час ніяка програма з будь-якого напрямку розвитку держави не може бути результативною, якщо попередньо не прийняти Закон про Концепцію переходу України до сталого розвитку. Пропозиції з цього приводу Національна академія наук подала до Верховної Ради та Кабінету Міністрів України ще на початку 2007 року. Але реакції поки що немає.

Сподіваємось, що методологія створення системи комплексного моніторингу навколишнього середовища, яку розробляє інститут на основі схваленої НАН України Концепції переходу держави до сталого розвитку, буде позитивно прийнята в уряді і дозволить не тільки знижувати екологічну напругу у будь-якій частині України, але й запобігати можливим техногенним катастрофам.

Перелік посилань

1. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории / А.Г. Шапарь, С.З. Полищук, В.В. Антонов и др. – Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1996. – Том 1. – 162 с.; Том 2. – 170 с.
2. Экологические основы природопользования / Н.П. Грицан, Н.В. Шпак, Г.Г. Шматков и др. – Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1998. – 409 с.
3. Методичні підходи до вибору та обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку різних ландшафтних регіонів України / А.Г. Шапар, В.Б. Хазан, М.В. Мажаров та інші. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 1999. – 96 с.
4. Методичні вказівки з розробки регіональних стратегій сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач та інші. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2003. – 131 с.
5. Стратегія і тактика сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач та інші. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2004. – 313 с.

6. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / А.Г. Шапар, О.О. Скрипник, П.І. Копач та інші. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 269 с.

O.A. Romanovskiy **ECOLOGICAL MONITORING
IN WORKS OF THE INSTITUTE**

*Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Ecological monitoring as the term at everyone – "on hearing". However its realization in practice for the present does not respond needs of the society and the nature. The innovations of the Institute in creation of regional system of ecological monitoring in the context of researches on problems of suitable development of territories is spoken in the article.

*Надійшла до редколегії 16 жовтня 2008 р.
Рекомендовано членом редколегії канд.геол.-мін.наук О.К. Тяпкіним*

УДК 550.31

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ
РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

О.К. Тяпкин

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепрпетровск

Показано необхідність розвитку наукових основ нового відмінного від традиційного «геологорозвідувального» використання геофізичних методів для підвищення формалізації (математизації) рішення різноманітних геоекологічних задач в умовах техногенно навантажених територій України. Розроблено формалізовану оцінку геофізичного впливу на якість життєдіяльності населення і стан навколишнього середовища. Проведено обґрунтування формалізованої екогенної основи рішення геоекологічних задач. Показано особливості фізико-техногенно-геологічного моделювання об'єктів геолого-геофізичних досліджень. Приведено конкретні приклади використання геофізичної інформації для рішення регіональних геоекологічних задач.

Показана необходимость развитие научных основ нового отличающегося от традиционного «геологоразведочного» использования геофизических методов для повышения формализации (математизации) решения разнообразных геоэкологических задач в условиях техногенно нагруженных территорий Украины. Разработана формализованная оценка геофизического воздействия на качество жизнедеятельности населения и состояние окружающей среды. Проведено обоснование формализованной экотектонической основы решения геоэкологических задач. Показаны особенности физико-техногенно-геологического моделирования объектов геолого-геофизических исследований. Приведены конкретные примеры использования геофизической информации для решения региональных геоэкологических задач.

Введение

Решение современного комплекса задач рационального природопользования и геоэкологии является сложной научно-прикладной проблемой, решение которой требует развития в рамках традиционных направлений наук о Земле новых технологий оценки антропогенного воздействия на окружающую среду и состояния экосистем. В частности, в геофизике в конце XX века произошло обособление экологической геофизики (экогеофизики), перспективы развития которого определяются, в первую очередь, многообразием физических полей,

объективно отражающих статику и динамику природной среды (любые пространственно-временные изменения окружающей природной среды отражаются в вариациях геофизических полей), реагирующих или связанных с геоэкологической обстановкой.

Данная статья посвящена вопросам использования геофизической информации для повышения формализации (математизации) решения разнообразных геоэкологических задач в условиях техногенно нагруженных территорий Украины.

**Особенности обработки и интерпретации комплексной
эколого-геолого-геофизической информации**

Теоретический базис экогеофизики опирается на теории и законы не только геофизики, но и других геологических наук, формирующих ее логическую структуру и представляет собой систему научных взглядов на законы формирования природно-техногенной геофизической среды. Под последней предлагается понимать динамичес-

кое единство суперпозиции физических полей и вызывающих их внешних (космических) причин-источников (как непосредственно, так и вследствие изменения земных природных, в т.ч. геологических, факторов), природных (наземных и геологических) и техногенных источников. В основу понятия источника геофизического поля положено представление о возмущающем (аномалиеобразующем) объекте – как объеме простран-

© Тяпкин О.К., 2008

ства, ответственном за формирование аномальных составляющих геофизических полей. Причиной возникновения этих аномалий является наличие в указанном объеме тела, отличающегося от вмещающей среды по своим физическим свойствам или внутренней структуре, либо проявления изменяющихся их процессов. Наделение конкретных объемов верхних геосфер набором собственных физических параметров, характеризующих внутреннее состояние и структуру живого и неживого вещества в этих объемах, позволяет установить взаимно однозначное соответствие между биосферой и геофизической средой посредством решения

прямых задач конкретных геофизических методов: гравиразведки, магниторазведки и др. [28].

Геофизические аспекты изучения, оценки изменений, создания управляемых геофизических систем (элементами которых являются: аномалиеобразующие источники, пространственно-временные вариации физических полей и «некие геоэкологические изменения» окружающей среды) включают теоретические и практические вопросы организации соответствующих исследований. Предлагаемая принципиальная схема последовательности выполнения таких исследований отражена на рисунке.



Рисунок - Обобщенная структура геофизических исследований

Указанная схема построена по аналогии с эколого-геологическими исследованиями [17], что предопределяется неразрывной взаимосвязью геолого-геофизической информации как в геологоразведочном процессе, так и при решении геоэкологических задач.

Предложенный подход определяет содержание и методы геофизических исследований на базе обработки, передачи и хранения информации, ее интерпретации (в т.ч. моделирования) для целей информационного обеспечения моделирования геофизической сре-

ды. Первые три блока рассматриваемой схемы носят информационно-аналитический характер. На этом этапе происходит создание информационной геофизической базы вместе с данными о геологическом, геоморфологическом строении, геодинамических, гидрогеологических, геохимических и других геологических особенностях объектов. Сюда же включаются все доступные медико-биологические, эколого-экономические и социальные данные, а также информация о функционировании элементов техногенных систем – объектов градопромышленности, горнодобывающих, сельскохозяйственных, гидротехнических, военных, энергетических, транспортных объектов, свалок и хранилищ отходов и др. Оценка и анализ элементов этих систем завершается установлением основных причинно-следственных «геоэкологических» связей и определяются объекты для геофизического прогнозирования.

Прогнозный блок (блок 4) включает в себя комплексный прогноз изменений в природно-техногенной геофизической среде, необходимый для разработки оптимальных геофизических моделей и рекомендаций по минимизации отрицательных последствий техногенных нагрузок на систему. Комплексный прогноз изменений в геофизической среде осуществляется с привлечением всей имеющейся в созданной базе данных информации на базе физическо-техногенно-геологического моделирования. По своей сути это процесс создания априорной модели (по отношению к последующим полевым геофизическим работам) для последующего блока в структуре геолого-геофизических исследований при решении конкретных геоэкологических задач.

Комплексный прогноз изменений в природно-техногенной геофизической среде (по данным проведенных полевых геофизических работ) является основой для создания апостериорной модели этой среды (блок 5). В свете проблем перехода техногенно нагруженных регионов к устойчивому развитию процесс построения указанной модели включает в себя согласно [10,16] несколько последовательных шагов, завершающихся объединением результатов исследования природной среды, техносферы и социосферы с прогнозами изменений основных компонентов и параметров природно-

техногенной геофизической среды (априорной моделью), т.е. построением самой апостериорной модели этой среды, которая пока на начальном этапе схематизации информации имеет основные черты, присущие структурным моделям, но в дальнейшем трансформируется в полностью формализованную физико-техногенно-геологическую модель.

Следующий блок в общей структуре геофизических исследований занимает разработка мероприятий и рекомендации по оптимизации природно-техногенной геофизической среды (блок 6). Этот блок включает комплекс мероприятий по защите экосистем от неблагоприятных воздействий техногенеза и созданию благоприятных условий для биоты и человека.

Контроль геофизической обстановки, корректировка прогнозов и управляющих решений (блок 7) осуществляются в рамках решения следующих задач: 1) обеспечение функционирования природной среды и жизнедеятельности общества, а также переход техногенно нагруженных территорий к устойчивому развитию; 2) профилактика и предотвращение кризисных геолого-геофизических ситуаций в системе «природная среда – общество»; 3) защита и восстановление природной среды до эталонного уровня.

Принятие управляющих решений в основном лежит в сфере администрации и поэтому геолого-геофизическая информация должна быть преобразована до уровня ее возможного восприятия (понимания) лицом, принимающим решение, в то же время данные не должны терять геолого-геофизическую информативность.

Ниже остановимся более подробно на вопросах формализации нескольких конкретных ключевых направлений (в рамках указанного выше блока 4) комплексного прогноза изменений в природно-техногенной геофизической среде, в т.ч. оценки геофизического воздействия на качество жизнедеятельности населения и состояние окружающей среды, создания картографической тектонической основы решения геоэкологических задач (эко-тектонической основы) и физико-техногенно-геологического моделирования объектов геолого-геофизических исследований.

Формализация оценки геофизического воздействия на качество жизнедеятельности населения и состояние окружающей среды

Для количественной оценки «экологической» значимости геофизического фактора в условиях техногенно нагруженных территорий введено понятие – *геофизического воздействия*, под которым будем понимать любые отклонения природного и техногенного геофизического поля от усредненного в историческом диапазоне времени уровня и вариаций соответствующего природного поля. Для оценки этого воздействия разработан перечень базовых показателей (параметров) их природной и техногенной составляющих (меры чувствительности живых организмов и окружающей среды): 1) акустическая чувствительность; 2) механическая чувствительность; 3) тепловая чувствительность; 4) радиочувствительность; 5) электромагнитная чувствительность [25].

Для оценки природной составляющей геофизического воздействия может быть использована информация о пространственных вариациях аномального магнитного поля T_a , многообразное влияние которого на живые организмы постоянно находится в поле зрения ученых [5, 37 и др.]. В качестве изучаемого параметра G_p выбран модуль разности максимального и минимального значений поля T_a в пределах некоторого «скользящего» окна, характеризующий горизонтальную изменчивость постоянной составляющей аномального магнитного поля территории исследований.

На региональном уровне под техногенной составляющей G_t предлагается понимать суммарное воздействие объектов промышленности, транспорта и энергетики, а также техногенное радиоактивное загрязнение с соответствующими весовыми коэффициентами [16, 36, 38]

$$G_t = \sum_{i=1}^6 K_i^L \times L_i + \sum_{j=1}^{10} K_j^S \times S_j + \sum_{n=1}^3 K_n^F, \quad (1)$$

где L_i – протяженность магистралей i -го вида транспорта (в км); S_j – доля площади скользящего окна, занимаемая j -ым объектом; K – весовые коэффициенты.

Величины конкретных коэффициентов K при вычислении суммарного техногенного физического воздействия определены на основании анализа и обобщения информации о количестве создаваемых полей, их интенсивностях и зонах влияния (локализации)

для каждого вида предприятий (добывающей, перерабатывающей промышленности и транспорта) [16,36,38]. Общими положениями, положенными в основу выбора значений этих коэффициентов, были следующие. Для транспорта весовые коэффициенты K увеличиваются в направлении: линии электропередачи → автодороги → железные дороги – по количеству создаваемых аномалий геофизических полей, а дополнительно для авто- и железных дорог – по их территориальному значению с соответствующим интенсивности движения транспорта геофизическим воздействием. Также с соответствующими коэффициентами (учитывающими локальную повышенную концентрацию транспортных линий) дополнительно суммируются следующие объекты: электростанции и подстанции, аэродромы, железнодорожные узлы, городской рельсовый электротранспорт). Наличие предприятий перерабатывающей промышленности приводит к увеличению весовых коэффициентов в направлении: химия → деревообработка и производство стройматериалов → машиностроение и металлообработка → металлургия за счет не столько увеличения количества создаваемых техногенных геофизических аномалий (практически каждое современное производство характеризуется полным набором видов соответствующего воздействия), сколько их интенсивностью. В добывающей же промышленности весовые коэффициенты увеличиваются при переходе от подземной добычи полезных ископаемых к открытой. При этом подземная разработка по геофизическому воздействию принята соизмеримой с усредненным влиянием предприятий перерабатывающей промышленности, а открытая разработка (по концентрации транспортных линий) – соизмеримой с железнодорожным узлом. А также в связи с особой актуальностью для Украины (после аварии на Чернобыльской АЭС) проблемы наличия техногенного радиоактивного загрязнения максимальный весовой коэффициент (соизмеримый с открытыми горными работами и железнодорожными узлами) также имеют проявления превышения природного γ -фона и площадного загрязнения территории радионуклидами.

В региональном плане при вычислении конкретных значений как техногенной составляющей геофизического воздействия G_t , так и природной – G_p результаты относились к центральным точкам фиксированных положений скользящего окна. К этим же точкам были отнесены и значения суммарного геофизического воздействия G , для вычисления которого природная и техногенная составляющая предварительно были нормированы относительно своих максимальных значений (причем известное близкое к лог-нормальному закону распределение значений магнитного поля на больших территориях вызвало необходимость предваритель-

ного логарифмирования природной магнитной составляющей)

$$G = k_p \frac{\lg G_p}{\lg G_{p, \max}} + k_t \frac{G_t}{G_{t, \max}}, \quad (2)$$

где k_p и k_t – весовые коэффициенты вклада соответственно природной и техногенной составляющих в суммарное геофизическое воздействие (вычисляются для каждого региона и периода времени в зависимости от конкретных сложившихся соотношений указанных составляющих); $G_{p, \max}$ и $G_{t, \max}$ – абсолютные максимумы соответственно природной и техногенной составляющих геофизического воздействия на изучаемой территории.

Формализация построения картографической тектонической основы формализованной решения геоэкологических задач (экотектонической основы)

Одно из ключевых значений для понимания всех геоэкологических процессов, происходящих в недрах Земли и на ее поверхности, придается проблеме изучения разномасштабных (во времени и в пространстве) тектонических движений. В качестве теоретической основы их формализованного изучения могут быть использованы данные о системах докембрийских разломов прослеженных и зафиксированных по комплексу геолого-геофизических и аэрокосмических данных [20,21]. Исходя из общепринятых представлений о том, что зонам пересечения разломов соответствуют более «раздробленные» участки земной поверхности, предлагается выполнение простого суммирования индикаторов всех систем разломов, приходящихся на единицу площади [23,34 и др.]. С помощью такой карты можно охарактеризовать фоновое состояние геологической среды по отношению к наиболее интенсивным и опасным геоэкологическим процессам. На конкретных участках исследуемой территории по мере увеличения уровня полученной интегральной оценки возрастает вероятность резких нарушений геологической среды, приводящих к аварийным ситуациям. Эта «чисто пространственная» интерпретация тектонической информации может быть уточнена учетом активизаций отдельных фрагментов разломов в различные промежутки времени. Критерием выявления активных («долгоживущих») разломов является степень проявленности различных групп их признаков (геологических, геофи-

зических, геоморфологических и других), в которых «зашифрована» история формирования разлома [23].

Однако при укрупнении масштаба и переходе к детальным исследованиям особо важное значение приобретает изучение и прогноз направлений (путей) распространения всех видов техногенного воздействия в окружающей среде. В контексте экотектонических исследований эта проблема может быть решена путем формализованной оценки значимости преимущественного направления совокупности всех разломов, заметно проявляющихся в пределах конкретной элементарной площадки. Вычисляемый параметр позволяет охарактеризовать тектоническую анизотропию геологической среды (точнее анизотропию «раздробленности» земной коры) и с его помощью можно определить преимущественные направления распространения конкретных техногенных воздействий. Для количественной оценки этой анизотропии введен показатель A , который, в отличие от традиционных технологий определения пространственных характеристик линиментов, полученных в результате обработки аэрокосмической информации (плотности, розы-диаграммы ориентировки, фильтрации и др.), «жестко привязан» к известным в пределах Украинского щита (УЩ) азимутам простираения систем докембрийских разломов. Это позволяет упростить и ускорить процесс определения указанного преобладающего направления, путем исключения из общей процедуры вычи-

слення блока виявлення і аналізу орієнтовки лінійних елементів (лініментів, фрагментів розломів). При вичисленнях

іспользується інформація о фрагментах розломів різних систем, пересікаючих конкретні елементарні площадки [14]

$$A = \frac{\max\{L_1, L_2\}}{\min\{L_1, L_2\} \cdot \cos \left| 90 - \frac{\sum_{i=1}^{m_1} \alpha_{1i}}{m_1} - \frac{360 - \sum_{j=1}^{m_2} \alpha_{2j}}{m_2} \right|} \cdot \frac{L_1 + L_2}{N}$$

где

$$L_1 = \sum_{i=1}^{m_1} K_{1i} \cos \left| \alpha_{1j} - \frac{\sum_{j=1}^{m_1} \alpha_{1j}}{m_1} \right|; \quad L_2 = \sum_{i=1}^{m_2} K_{2i} \cos \left| (360 - \alpha_{2i}) - \frac{360 - \sum_{j=1}^{m_2} \alpha_{2j}}{m_2} \right|, \quad (3)$$

а также $N = \max\{L_1\} + \max\{L_2\} = 10,81$ при $m_1=m_2=6$ (максимальное для условий УЩ количество систем разломов).

В (3) величины α_1 и α_2 – азимуты простирания зафиксированных в пределах элементарной площадки взаимно ортогональных разломов одной системы, а соответствующие им величины K_1 и K_2 – «вес» разломов. Последние при наличии достаточного количества информации вычисляются как среднее арифметическое весовых коэффициентов разных групп признаков разломов. При $K_1=K_2=1$ (т.е. все фиксируемые разломы считаются равновесными) величины L_1 и L_2 являются суммой проекций единичных отрезков всех фиксируемых в пределах конкретной элементарной площадки разломов на два усредненных (соответственно для диапазонов 0-90° и 270-360°) направления.

По мере увеличения абсолютной величины параметра A возрастает анизотропия «раздробленности» земной коры и повышается потенциальная значимость преимущественных направлений распространения различных техногенных воздействий. Геометрически этой ситуации отвечает увеличение количества близких по направлению разломов в пределах элементарной площадки. При уменьшении же этого количества или увеличении числа разнонаправленных разломов (т.е. повышении «изотропной раздробленности») соответственно уменьшается величина параметра A . Минимуму этого параметра $A=1=\min$ соответствует ситуация, когда элементарная площадка разбита всеми 12-ю попарно взаимно ортогональными разломами 6-ти систем, зафиксированных в пределах УЩ.

Современная тенденция практически повсеместного перехода от «качественной» (неформализованной) интерпретации геофизической информации к количественной определил необходимость проведения специальных исследований возможностей точного восстановления и прослеживания индикаторов разломов в геофизических полях, заданных дискретно по площади [22]. В общем случае в результате применения формализованной процедуры прослеживания элементов поля, заданного по дискретной сети, индикаторы разломов, представленные прямолинейными аномалиями, могут трансформироваться в ломаные линии и возникают участки потери корреляции, связанные не с геологическим строением исследуемых участков, а с методическими особенностями получения и обработки геофизической информации. Такие участки могут быть ошибочно отождествлены с проявлениями в физических полях закона унаследованного формирования разломных и связанных с ними поверхностных структур, суть которого заключается в закономерной взаимосвязи элементов унаследованности и новообразований при формировании новых систем разломов на фоне возникших ранее [20,21].

Для повышения эффективности интерпретации детальной геофизической информации проведены специальные модельные расчеты совпадения азимутов диагональных направлений сетей наблюдений различной вытянутости и ориентировки, применительно к фиксированным азимутам указанных систем разломов (таблица 1). Проведенные исследования позволили выявить высокую степень совпадения ~75% (с точностью 0-5°)

диагоналей развернутых сетей наблюдений с направлениями простираения известных систем разломов. Причем наибольшее совпадение этих величин наблюдается в случае изометричных (квадратных) сетей наблюдений

с $k=a/b=1$ (где a – расстояние между точками измерений, b – расстояние между профилями). Следствием этих совпадений является искусственное «усиление» осевых и диагональных направлений сети наблюдений [22].

Таблица 1 – Совпадение диагональных направлений сетей наблюдений различной вытянутости и ориентировки с направлениями простираения разломов известных на УЩ систем

№ п/п	Азимуты осей сети наблюдений, в градусах	Азимуты диагоналей сетей наблюдений с различными параметрами k , в градусах						
		$k = 1/5$	$k = 1/4$	$k = 1/2$	$k = 1$	$k = 2$	$k = 4$	$k = 5$
1.	0	-	17 (3)	-	45 (0)	62 (2)	77 (2)	77 (2)
2.	270	-	287 (3)	-	315 (0)	332 (2)	347 (2)	347 (2)
3.	17	-	35 (4)	45 (2)	62 (0)	77 (4)	270 (3)	-
4.	287	-	305 (4)	315 (2)	332 (0)	347 (4)	0 (3)	-
5.	35	45 (2)	45 (5)	62 (1)	77 (3)	-	287 (4)	-
6.	305	315 (2)	315 (5)	332 (1)	347 (3)	-	17 (4)	-
7.	45	-	62 (3)	-	270 (0)	287 (2)	305 (5)	305 (2)
8.	315	-	332 (3)	-	0 (0)	17 (2)	35 (5)	35 (2)
9.	62	77 (4)	77 (1)	270 (2)	287 (0)	305 (1)	315 (3)	-
10.	332	347 (4)	347 (1)	0 (2)	17 (0)	35 (1)	45 (3)	-
11.	77	270 (2)	270 (2)	287 (4)	305 (3)	-	332 (1)	332 (4)
12.	347	0 (2)	0 (2)	17 (4)	35 (3)	-	62 (1)	62 (4)

Примечание. В скобках указана величина абсолютной погрешности вычисления азимута (в градусах).

Физико-техногенно-геологическое моделирование объектов геолого-геофизических исследований

В геологоразведочном процессе было разработано понятие физико-геологической модели (ФГМ) – как системы абстрактных возмущающих тел и вызываемых ими аномальных эффектов, которые аппроксимируют геологический объект и с необходимой для моделирования детальностью обобщенно отражают его структуру, размеры, форму, петрофизические свойства и соответствующее им объемное распределение физических полей [3,8 и др.]. Требованием современного этапа развития геозекологического направления в геофизике является создание единых физико-техногенно-геологических моделей (ФТГМ), всесторонне обобщающих информацию о природных и техногенных процессах и явлениях [29].

Для решения современных геозекологических проблем техногенно нагруженных территорий уже на стадии мелкомасштабных исследований (масштаб 1:500000 и мельче) необходимо учитывать техногенные факторы (например, расположение потенциально

техногенно опасных объектов в сейсмоактивных районах [7]). Очевидно, что количество информации о конкретном влиянии этих факторов возрастает по мере увеличения масштаба исследований и соответствующих геолого-геофизических моделей. При этом в центре внимания должны находиться вопросы аппроксимации геологического разреза от поверхности раздела «земля-воздух» до максимальных глубин современного изучения.

Основой решения этой проблемы может быть система плотностных моделей в масштабах от 1:500000 до 1:50000, то есть – на нескольких иерархических уровнях: региональном, среднемасштабном и крупномасштабном [6]. Полнота изучения с помощью геофизической информации глубинного строения земной коры для решения конкретных геозекологических задач обеспечивается поэтапным усложнением моделей.

Вначале будем считать, что достоверно известно только две структурные поверхно-

сти: $z' = h_{\phi}(x', y')$ и $z' = h_m(x', y')$ – соответственно, кристаллического фундамента и M , и построение модели сводится к подбору плотности осадочного слоя σ_{oc} , земной коры σ_k и мантии σ_m при двух указанных фиксированных структурных границах. Величины σ_{oc} , σ_k и σ_m определяются из условия минимума следующего функционала

$$\| \Delta g_{(x,y)} - \Delta g_{выч}(\sigma_{oc}, \sigma_k, \sigma_m, h_{\phi}, h_m, x, y) \| = \min, \quad (4)$$

$$\| \Delta g_{n\text{ изм}}(x, y, z) - \Delta g_{n\text{ выч}}(\sigma_j(x', y', z'), h_j(x', y'), x, y, z) \| = \min; \quad (6)$$

$$\sigma_{jн} \leq \sigma_j(x', y', z') \leq \sigma_{jв} \quad \text{и} \quad h_{jн} \leq h_j(x', y') \leq h_{jв}. \quad (7)$$

После того, как найдено положение контактной поверхности $z' = h_j(x', y')$, задано распределение скорости $v_j(x', y', z')$ и определена зависимость $\sigma_j(x', y', z') = \sigma_j(v_j(x', y', z'))$, методом подбора определяется распределение аномальной плотности $\sigma_j(x', y', z')$ в средней и нижней частях земной коры.

Далее при построении среднемасштабных плотностных моделей изучаются неоднородности верхнего этажа земной коры – практически до условной границы K_2 , т.е. выполняется объемное картирование крупных блоков, структур верхней части земной коры с целью детализации модели геологического строения вдоль региональных глубинных сейсмических и электроразведочных профилей; затем выполняется сплошное объемное среднемасштабное петроплотностное моделирование [6].

Полученный от сплошной среднемасштабной объемной петроплотностной модели гравитационный эффект служит фоном для выделения аномалий более высоких порядков, что позволяет все последующие крупномасштабные построения увязать по единому уровню поля и плотностной модели. Крупномасштабная модель является завершающим этапом укрупнения в иерархической системе взаимоувязанных разноуровневых петроплотностных моделей, применимых при решении соответствующих по масштабу как геологоразведочных, так и геоэкологических задач: с одной стороны, это изучение строения рудоперспективных массивов и структур в плане и на глубину, а с другой стороны, создание информационной базы для планирования параметров будущих горнодобывающих предприятий и оценки их воздействия на окружающую среду.

при ограничениях нижнего и верхнего пределов изменения плотности

$$\sigma_{oc.н} < \sigma_{oc} < \sigma_{oc.в}; \quad \sigma_{к.н} < \sigma_k < \sigma_{к.в}; \quad \sigma_{м.н} < \sigma_m < \sigma_{м.в}. \quad (5)$$

Полученные в результате решения параметры, служат «каркасной» основой модели. Они являются исходными при оценке методом подбора основных параметров функционала на втором этапе

Разработанные физико-геологические модели являются отправной точкой для выбора и обоснования рационального комплекса и технических условий производства дальнейших геолого-геофизических и горных работ, а также определения стратегии обработки и интерпретации получаемой информации применительно к последующим детальным исследованиям. Эффективность последних может быть проиллюстрирована на примере моделирования геоэкологических последствий горнодобывающей деятельности по гравитационным данным. С помощью этой информации на эксплуатируемых месторождениях можно изучать и оценивать значимость происходящих изменений окружающей среды, сравнивать ее нарушенное состояние с фоновыми характеристиками и нормативными показателями, исследовать наиболее интенсивные и опасные техногенные процессы. Ниже рассмотрены вопросы геофизического моделирования двух из них [15,24,30,31]: динамики развития подземных пустот и понижения уровня подземных вод.

Основой изучения этих процессов является базовая гравитационная модель карьера. Общий характер изменения гравитационного поля соответствует упрощенному модельному разрезу, включающему помимо разрабатываемых рудных объектов в однородной вмещающей среде также однородные перекрывающие отложения. Вычисленные изменения поля отнесены к непостоянной во времени дневной поверхности, имитирующей последовательность открытой разработки месторождений полезных ископаемых: начало разработки (фоновое состояние), снятие перекрывающих отложений, частичная выемка рудного тела. По мере извлечения горной породы, происходит

общее понижение значений гравитационного поля. Это вызвано как извлечением и удалением значительных масс пород, так и понижением абсолютных отметок точек вычислений по мере углубления карьера. В результате первоначально простые по форме положительные аномалии трансформируются в сложные аномальные зоны гравитационного поля. Особый интерес здесь представляет появление небольшого «ложного» максимума вычисленного поля в центре карьера, который вызван не наличием каких-нибудь масс под ним, а уменьшением значений поля по мере приближения к вышележащим массам бортов карьера. На этом фоне изменение положения («всплывание») пустоты приводит к изменению регистрируемых значений гравитационного поля – динамическим аномалиям. В общем случае зоны разуплотнения, обусловленные развитием (обрушением) заброшенных горных выработок и отработанных залежей, в пространстве имеют форму близкую к изометричной. Для изотропной среды в качестве модели первого приближения принята система вложенных друг в друга сферических слоев, каждый из которых характеризует определенное состояние горного массива: пустота (σ_1) – переходная зона (σ_2 , изменяющейся в пределах от σ_1 до σ_3) – монолит (σ_3).

Развитие этой модели («всплывание» пустоты) приводит к тому, что объем разуплотненного участка не постоянен, а «след» движения пустоты к поверхности карьера весьма близок по форме к эллипсоиду обрушения. В реальных условиях перемещение зоны разуплотнения вверх не происходит с полным восстановлением плотности обрушившихся пород до плотности монолита. Окончательная плотностная модель, построенная по гравитационным данным, представляет собой «деформированный» эллипсоид обрушения, отображающий «перемещение» (опасной для ведения горных работ) разуплотненной зоны к поверхности с одновременным уплотнением обрушающейся при этом породы [15,31].

При моделировании гравитационного эффекта от изменений гидрогеологических условий карьера выбран простой разрез с горизонтальным залеганием пластов горных пород (фоновое состояние). Гравитационное

поле во всех точках над таким разрезом постоянно и равно

$$\Delta g = \sum_{i=1}^m 2\pi k \sigma_i h_i = 2\pi k \sum_{i=1}^m \sigma_i h_i, \quad (8)$$

где σ_i – плотность i -го пласта; h_i – вертикальная мощность i -го пласта; m – количество пластов; k – гравитационная постоянная. Такая модель хорошо аппроксимирует горизонтально залегающую единую пластообразную толщу перекрывающих пород с однородной минеральной плотностью σ_m , распадающуюся на две различающиеся по плотности толщи газо- и влагонасыщенных пород (соответственно σ и σ'). Границей этих толщ является динамический уровень подземных вод. Зафиксировав величину $\sigma_m=2,7$ г/см³ (что соответствует некоторой усредненной плотности песчано-обломочных и хемогенных образований) расчеты σ и σ' можно выполнить по известным формулам [33]

$$\begin{cases} \sigma_{1,2} = \sigma_m \cdot (1 - n \cdot 10^{-2}) \\ \sigma_{1,2}' = \sigma_m + (1 - \sigma_m) \cdot n \cdot 10^{-2} \end{cases}, \quad (9)$$

где n – пористость породы, в %.

По мере отработки карьера формируются отвалы пород (техногенные новообразования) со своими водоносными горизонтами (линзами). Минеральная плотность техногенных новообразований оставлена неизменной по отношению к коренным породам, пористость же может изменяться в широких пределах $\pm 10\%$ от значений n ненарушенных пород. От величины n зависит крутизна депрессионной воронки: чем больше n техногенных новообразований, тем выше линия динамического уровня подземных вод, и соответственно выше графики гравитационного поля.

Для оценки необходимой точности гравиметрических наблюдений при решении гидрогеологических задач в районе действующего карьера были проведены вычисления с использованием выражения (8) для одного пласта. В качестве σ была использована разность плотностей газо- и влагонасыщенных пород из (9)

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma_i' - \sigma_i = \\ &= \sigma_m + (1 - \sigma_m) \cdot n \cdot 10^{-2} - \sigma_m \cdot (1 - n \cdot 10^{-2}) = n \cdot 10^{-2}. \end{aligned} \quad (10)$$

Расчеты прямого гравитационного эффекта плоскопараллельного слоя малой мощности h моделируют изменения мощности водоносного горизонта за счет колеба-

ния его верхней границы (уровня подземных вод). Результаты вычислений можно использовать для оценки необходимой точности гравиметрических наблюдений при исследованиях колебаний статического уровня подземных вод. Подобная оценка для динамического уровня подземных вод опирается на гравитационный эффект от вертикальной ступени – горизонтального полупласта (уменьшенный вдвое гравитационный эффект от плоскопараллельного пласта).

На современном этапе перспективы развития экогеофизики могут быть связаны с использованием фундаментальных законов физики Земли. Для этого обоснована экологически значимая взаимосвязь развития локального подтопления и изменения метеоситуации с перемещением блоков земной коры, первопричиной которых является изменение ротационного режима планеты [35].

В 1984 г. К.Ф. Тяпкиным была предложена новая модель равновесного состояния вращающейся Земли (геоизостазии) [19]. Ее отличительной особенностью (по сравнению с доминирующими на то время концепциями изостазии, основанными на гипотезе о «плавании» земной коры на магме и не учитывающими вращение нашей планеты) является представление о том, что Землю можно считать находящейся в состоянии равновесия, если каждый ее сектор, вырезанный достаточно малым центральным телесным углом $\Delta\Omega$ будет иметь равный вес.

Количественно это условие соответствует интегральному выражению

$$\Delta\Omega \int_0^{\infty} \sigma(r) g(r) r^2 dr = const, \quad (11)$$

где $\sigma(r)$ – плотность вещества Земли в пределах изучаемого сектора; $Ag(r)$ – ускорение свободного падения (силы тяжести) в точка сектора на расстоянии r от центра Земли.

Выражение (11) можно представить в виде трех интегралов

$$I_1 + I_2 + I_3 = const, \quad (12)$$

где

$$I_1 = \Delta\Omega \int_0^{R_i} \sigma(r) g(r) r^2 dr ;$$

$$I_2 = \Delta\Omega \int_{R_i}^{R_e} \sigma(r) g(r) r^2 dr ;$$

$$I_3 = \Delta\Omega \int_{R_e}^{\infty} \sigma(r) g(r) r^2 dr ,$$

R_i – внутренний радиус мантии Земли, R_e – ее внешний радиус.

В качестве критерия уравновешенности Земли принимается величина отклонения радиусов геоида (R_r) от соответствующего ему сфероида (R_c). Следовательно, вторым условием геоизостазии является требование

$$\zeta = R_r - R_c = 0. \quad (13)$$

Первые два интегральные выражения в равенстве (12) К.Ф. Тяпкиным положены в основу развиваемой им ротационной гипотезы структурообразования в тектоносфере [19]. При этом показано, что разность отметок между геоидом и сфероидом ζ определяет направленность геологических процессов на Земле.

Для наших целей в уравнении (12) существенное значение имеют: интеграл I_3 численно равный величине атмосферного давления у поверхности Земли в изучаемом секторе, и часть интегрального выражения I_2 , соответствующая приповерхностному земному слою мощностью H , характеризующемуся наличием флюидов (в вертикальных «порах-капиллярах» горных пород) – I_2' .

$$I_2' = \Delta\Omega \int_{R_e-H}^{R_e} \sigma(r) g(r) r^2 dr . \quad (14)$$

В соответствии с указанной ротационной гипотезой [20, 21] поверхность твердой Земли представляет собой мелко блоковую мозаику, образованную взаимным пересечением нескольких систем иерархически соподчиненных разломов. Любые нарушения ротационного режима Земли приводят к активизации систем разломов и относительно перемещению по ним блоков земной коры. Рассмотрим роль выражений I_3 и I_2' в определении проявлений современных природных процессов на простейшем примере. Пусть уединенный блок земной коры опустился на несколько миллиметров (h). Вследствие этого нарушится величина ζ . Ее можно восстановить только за счет изменения (в данном случае увеличения) значений интегралов I_3 и I_2' . Увеличение значений I_3 возможно за счет перетока воздушных масс (схема циклона). Возрастание величины I_2' также возможно в результате подъема уров-

ня грунтових вод. Эти процессы должны продолжаться до восстановления исходных значений ζ . Вполне очевидно, что в случае относительного подъема изучаемого блока будут иметь место противоположные явления. Таким образом, намечается возможность использования новой модели геоизостазии [19] для решения геоэкологических задач, связанных как с региональным прогнозом метеоусловий, так и с проблемами подтопления территорий.

Для дальнейшего изучения вопроса взаимосвязи особенностей тектонического строения и локальных изменений метеоситуации уникальные возможности открывает информация о последствиях аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) 26.04.1986 г. Неравномерность выпадения радионуклидов и радиоактивные следы Чернобыльской катастрофы обусловлены рядом обстоятельств, в т.ч.: изменением направления и силы ветра, дождями, неравномерностью выбросов из 4-

го блока ЧАЭС в результате противопожарных мероприятий. За девять суток аварии направление ветра изменилось на 360° , т.е. вектор скорости ветра описал полный оборот [1]. Однако анализ пространственного распространения загрязнения территории (из [13]) позволил отметить дискретность изменения направлений простираения радиоактивных следов, которая напоминает некую анизотропию геологической среды, вызванную формированием систем разломов земной коры.

В дальнейшем зафиксировано совпадение максимумов «значимости» направлений простираения радиоактивных следов от аварии на ЧАЭС и систем разломов земной коры. Эта зависимость проявляется в районе исследований в особенностях погребенного и современного дневного рельефа и практически незаметна в более «древних» геолого-геофизических признаках этих разломов [30].

Примеры использования геофизической информации в решении региональных геоэкологических задач

1. Использование интегральной геолого-геофизической информации в оценке возможностей развития рекреационной инфраструктуры.

Необходимость обязательного учета геофизических аспектов интегрального показателя качества жизнедеятельности населения и окружающей среды при решении проблем разработки стратегии устойчивого развития техногенно нагруженных регионов иллюстрируется на примере оценки современного состояния и возможностей развития рекреационной инфраструктуры Украины. Напрямую с изменением техногенной нагрузки (в т.ч. геофизического воздействия) на конкретных территориях связаны перспективы развития рекреационных ресурсов: чем выше указанная нагрузка, тем больше должно быть доступных рекреационных ресурсов; а также то, что пространственный критерий развития рекреационной инфраструктуры должен опираться на минимизацию геофизического воздействия [11].

В настоящее время рекреационная инфраструктура техногенно нагруженных регионов Украины развивается стихийно и, в основном, по традиционной схеме наличия лесных ресурсов и поверхностных вод. В

связи с этим для всестороннего (а не только лечебно-профилактического) развития рекреационной инфраструктуру техногенно нагруженных регионов необходима разработка формализованной процедуры пространственной оценки соответствующих ресурсов, позволяющая планировать развитие рекреационных ресурсов с учетом интегрального геофизического воздействия. Рассмотрим это на примере использования основных памятников природы Украины, обобщенных в [32]. Т.к. известные природные рекреационные объекты не являются уникальными, а характеризуют ландшафтные области, на территории которых они располагаются, то основой для распространения по площади этих объектов выбрана схема геоморфологического районирования масштаба 1:10000000 [4].

Пусть имеется множество n_o локальных рекреационных объектов на территории m областей. При этом в каждую i -ую область попадает n_i объектов и общее количество локальных объектов N имеет вид

$$N = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} n_{oj} \quad (15)$$

Под обеспеченностью i -ой области рекреационными ресурсами P_i будем понимать

густоту соответствующих объектов на единицу площади

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} n_{oj}}{S_i}, \quad (16)$$

где S_i – площадь i -ой области.

Представительность (значимость) i -ой области в целом определяется соотношением ее площади S_i с общей площадью государства $S_{общ}$

$$K_i = 1 - \frac{S_i}{\sum_{j=1}^m S_j} = 1 - \frac{S_i}{S_{общ}} \quad (17)$$

Предлагаемая технология районирования обеспеченности территории государства рекреационными ресурсами опирается на совокупность данных о локальных объектах и площадях их распространения (геоморфологических областях). При этом оцениваемым параметром является следующее произведение

$$R_i = K_i \cdot P_i. \quad (18)$$

Однако до сопоставления этой информации с данными о техногенной нагрузке на территорию (в т.ч. геофизическом воздействии) необходимо учесть: 1) степень доступности конкретных объектов рекреации из фиксированных точек (участков, районов) – расстояние до этих объектов от оцениваемой точки территории l_o ; 2) «ценность» – с позиции потенциальной посещаемости из конкретной точки территории в первом приближении определяется плотностью ее заселения q ; 3) «ценность» этих объектов с точки зрения схожести их природных условий с условиями различных мест проживания людей – матрица M «несхожести» этих условий для выделенных геоморфологических областей (т.е. ценность возрастает по мере увеличения степени отличия условий объектов рекреации от привычных природных условий, в которых протекает повседневная деятельность людей).

Теперь для каждой фиксированной точки исследуемой территории, принадлежащей конкретной j -ой области, с учетом приуроченности каждого локального объекта рекреации своей i -ой области можно определить обеспеченность доступными рекреационными ресурсами r_i из следующего выражения

$$r_i = \sum_{k=1}^N \frac{M_{ij} \cdot V_i \cdot Q_j}{l_{ok}}. \quad (19)$$

при $Q_i = \frac{q_i}{q_{min}}$, где q_{min} – минимальная плотность населения государства.

Пространственное совмещение результатов расчета современной обеспеченности доступными рекреационными ресурсами с уровнем современного техногенного геофизического воздействия позволяет определить приоритетные территории развития рекреационного потенциала Украины. На выявленных территориях с высоким техногенным геофизическим воздействием и низкой обеспеченностью доступными рекреационными ресурсами предлагается следующий «сценарий» развития рекреационного потенциала. С одной стороны, это «тактическое» развитие местной рекреационной инфраструктуры для кратковременного отдыха (походов выходного дня, «пикников», рыбной ловли, охоты и др.). В этом случае рекреационные объекты имеют меньшую «ценность» с позиции схожести природных условий M_{ij} , но в тоже время благоприятным является их большая доступность за счет сокращения расстояний $l_{ok} \rightarrow \min$. С другой стороны, это «стратегическое» увеличение (интенсификация) длительного использования рекреационных ресурсов (в т.ч. для лечебно-профилактических целей) за пределами указанных территорий с высоким техногенным геофизическим воздействием и низкой обеспеченностью доступными рекреационными ресурсами. В этом случае имеется большее количество «степеней свободы» при выборе как конкретных объектов (на территориях с низким техногенным геофизическим воздействием), так и видов реализации их рекреационного потенциала.

Дальнейшие перспективы исследований в этом направлении связаны с разнообразными историческими (архитектурными) объектами различного возраста – как условием, способствующим успешному развитию рекреационной инфраструктуры регионов Украины [9]. Основные результаты наших исследований сведены в таблице 2. Проанализированы площади территорий Украины рекреационного использования (за единичную принята территория области). Соотношение площадей территорий, потенциально пригодных для рекреационного использования P необходимых для удовлетворения рекреационных потребностей N , определяет не саму

необходимость развития рекреационной инфраструктуры (эту инфраструктуру необходимо развивать везде), а, скорее, основной «сценарий» дальнейшего развития и использования этой инфраструктуры:

- $P < N$ – наращивание территорий для рекреационного использования до величины необходимой для удовлетворения местных потребностей;

- $P > N$ – наращивание территорий для общегосударственного рекреационного использования (и постепенный переход региона в «доноры» рекреационных услуг);

- $P \gg N$ (регион–«донор» рекреационных услуг) – наращивание территорий пригодных для общегосударственного и международного рекреационного использования.

Таблица 2 – Оценка перспективы «историко-культурного» и «бальнеологического» наращивания площадей для рекреационного использования

№ п/п	Автономная республика и области	Количество памятников архитектуры	Количество историко-культурных заповедников	«Историко-культурное» наращивание рекреационного потенциала		«Бальнеологическое» наращивание рекреационного потенциала (ранги)	Соотношение величин P и $N^{*)}$	Приоритетное развитие рекреационной инфраструктуры $^{**)}$
				нормированная взвешенная сумма	ранги			
1.	Крым	1	4	35,7	3	3	–	ИК+ЛВ
2.	Винницкая	3	0	7,6	1	1	++	–
3.	Волинская	5	1	42,3	3	1	++	ИК
4.	Донецкая	0	1	8,6	1	3	–	ЛВ
5.	Днепропетровская	1	0	2,3	1	2	–	ЛВ
6.	Житомирская	4	0	20,3	2	1	++	ИК
7.	Закарпатская	8	0	42,6	3	3	++	ИК+ЛВ
8.	Запорожская	0	1	8,6	1	2	–	ЛВ
9.	Ивано-Франковская	3	1	27,3	2	2	++	ИК+ЛВ
10.	Киевская	3	2	34,5	3	2	–	ИК+ЛВ
11.	Кировоградская	1	0	1,15	1	1	+	–
12.	Луганская	0	0	0	1	1	+	–
13.	Львовская	12	3	68,8	4	3	++	ИК+ЛВ
14.	Николаевская	1	1	9,8	1	1	–	–
15.	Одесская	2	0	4,15	1	2	+	ЛВ
16.	Полтавская	1	1	10,9	1	2	++	ЛВ
17.	Ровенская	8	1	31,2	3	1	++	ИК
18.	Сумская	5	1	20,8	2	1	++	ИК
19.	Тернопольская	9	1	43,2	3	1	++	ИК
20.	Харьковская	3	0	5,8	1	1	+	–
21.	Херсонская	1	0	1,15	1	1	–	–
22.	Хмельницкая	6	1	26,6	2	1	++	ИК
23.	Черкасская	2	1	13,2	1	2	+	ЛВ
24.	Черниговская	9	2	69,1	4	1	++	ИК
25.	Черновицкая	2	0	4,15	1	2	+	ЛВ

Примечание. $^{*)}$ «–» – $P < N$, «+» – $P > N$, «++» – $P \gg N$; $^{**)}$ приоритетное направление: ИК – историко-культурное, ЛВ – лечебные воды.

Для оценки перспектив расширения рекреационной инфраструктуры за счет историко-культурных объектов была использована картографическая информация о памятниках архитектуры различного возраста (от X до XIX века). Ранжированная взвешенная по возрасту (чем древнее – тем «интересней» и выше рекреационная ценность) сумма памятников архитектуры позволяет определить потенциальную перспективу наращивания площадей территорий для рекреационного использования за счет использования историко-культурных объектов (ИК). Также выполнена общая оценка перспектив бальнеологического расширения рекреационной инфраструктуры с использованием картографической информации о лечебных минеральных водах (без разделения на группы по химическому составу). Ранжированная сумма известных источников этих вод позволяет определить соответствующую потенциальную перспективу наращивания площадей территорий для рекреационного использования (ЛВ).

Аналогичный подход к оценке перспектив наращивания площадей территорий Украины для рекреационного использования может быть применен и к другим природным и техногенным объектам, в т.ч. геологическим (как естественные обнажения, так и карьеры и шахты). Во всех этих случаях геолого-геофизическая информация об из-

менениях техногенной нагрузки (в т.ч. геофизического воздействия) позволяет оценить возможности и ограничения развития рекреационной инфраструктуры.

2. *Научное сопровождение реализации мероприятий Государственной программы устойчивого развития региона добычи и первичной переработки уранового сырья.*

Для конкретных геосистем в условиях потенциального интенсивного радиоактивного загрязнения (в т.ч. при добыче и первичной переработке уранового сырья) необходимо выделение интегральной оценки радиологической нагрузки из общей геофизической [27,39]. В основу разработанной технологии прогноза развития радиологической обстановки промышленно развитых регионов Украины Р положено представление об изменении современного состояния М распределения радионуклидов во всех геосферах, обусловленного сочетанием природных и антропогенных факторов, под действием совокупности техногенных (преимущественно аварийных) процессов F. Причем как М, так и F являются функциями, аргументом которых является приращение времени Δt.

$$M(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i$$

и
$$F(\Delta t) = \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot T_j \cdot A_j; \quad (20)$$

$$P(\Delta t) = M(\Delta t) + F(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot T_j \cdot A_j \cdot \quad (21)$$

Параметры C_i и A_j характеризуют пространственное распространение радиоактивного загрязнения в различных геосферах.

Коэффициенты k_i и k_j' корректируют пространственные оценки C_i и A_j согласно условий жизнедеятельности человека на основе существующей нормативно-регламентирующей базы (в первую очередь – НРБУ-97). А нормированные к единице коэффициенты $K1_i$ и $K2_j$ являются функциями приращения времени. Причем первая является убывающей, а вторая – возрастающей, что является

своеобразным отражением подавляющего потенциального превосходства совокупности возможных последствий аварийных ситуаций над уровнем современной радиологической нагрузки.

Максимальные значения этих коэффициентов соответствуют максимумам функций M и F , которые в свою очередь являются предельными оценками краткосрочного (оперативного) P_{short} и долгосрочного P_{long} прогнозов развития радиологической ситуации в регионе.

$$M_{max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i, \text{ при } \Delta t \rightarrow 0 \quad \text{и} \quad F_{max} = \sum_{j=1}^m k_j' \cdot T_j \cdot A_j, \text{ при } \Delta t \rightarrow \infty \quad (22)$$

$$P_{short} = P(\Delta t) \rightarrow M_{max}, \text{ при } \Delta t \rightarrow 0, \text{ т.к. } M(\Delta t) \rightarrow M_{max} \text{ и } F(\Delta t) \rightarrow 0 \quad (23)$$

$$P_{long} = P(\Delta t) \rightarrow F_{max}, \text{ при } \Delta t \rightarrow \infty, \text{ т.к. } M(\Delta t) \rightarrow 0 \text{ и } F(\Delta t) \rightarrow F_{max} \quad (24)$$

Паритетное совмещение результатов краткосрочного и долгосрочного прогнозов является прогнозом некоей максимально неблагоприятной ситуации P_{max} – одновременной совокупности в ближайшем будущем аварийных ситуаций на всех предприятиях ядерного топливного цикла.

$$P_{max} = M_{max} + F_{max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m k_j \cdot T_j \cdot A_j \quad (25)$$

Полученные результаты, применительно к решению вопросов разработки Государственной программы перехода региона добыча и первичной переработки уранового сырья к устойчивому развитию, позволяют определить пространственные границы указанного региона [2].

Одним из основных направлений научного сопровождения программы является выполнение научно-исследовательских, поисково-разведочных и проектных работ по оптимизации застройки территории этого региона с учетом ландшафтных, геоэкологических и других особенностей для решения жилой проблемы, комплексного развития социальной и инженерно-транспортной инфраструктуры, защиты и оздоровления экологического пространства. При этом первоочередным является вопрос разработки формализованной процедуры определения пространственной приоритетности региональной застройки.

При разработке формализованной процедуры определения общей приоритетности региональной застройки P сделаны следующие предположения (ограничения) [18].

Необходимыми условиями приоритетности застройки являются высокая плотность населения N и высокая плотность существующих населенных пунктов M . Т.е. необходимо развивать все существующие населенные пункты (за исключением больших городов) при наличии достаточно высокого количества (плотности) население, а не начинать строительство новых.

Ограничениями (природными) этой приоритетности являются: неблагоприятное современное экологическое состояние территории E , наличие опасных проявлений экзогенных и эндогенных геологических процессов G и особенности разломно-блокового

тектонического строения недр T (которые в значительной мере определяют два предыдущих фактора). Количественно для i -ого элементарного (единичного) пространственного окна

$$P_i = N_i + M_i - E_i - G_i - T_i, \quad (26)$$

где $N_i = k_n \cdot N_{oi} / S$ (N_o – количество населения и S – площадь единичного пространственного окна), $M_i = k_m \cdot M_{oi} / S$ (M_o – количество населенных пунктов – без больших городов), $E_i = k_e \cdot \sum e_{ij}$ (e_j – опасные проявления j -ого экологического фактора), $G_i = k_g \cdot \sum g_{il}$ (g_l – опасные проявления l -ого геологического процесса), $T_i = k_r \cdot \sum t_{id}$ (t_{id} – тектонические разломы d -ого направления простирания), k – соответствующие нормирующие коэффициенты.

Для Днепропетровского сегмента исследуемого региона в качестве исходных данных для формализованной оценки общей приоритетности региональной застройки P было использовано соответственно по следующим составляющим: N и M – топографические планшеты масштаба 1:200000 и официальная статистическая информация о демографическом состоянии районов области; E – экологическая карта области с прогнозом развития региональной радиологической ситуации [27,39], G – картосхемы распространения проявлений основных экзогенных геологических процессов, T – карта систем разломов области масштаба 1:200000 [26].

Для расчетов было выбрано пространственное окно в форме квадрата с стороной 1 км. По результатам расчетов в зону общей приоритетности региональной застройки Днепропетровского сегмента региона добыча и первичной переработки уранового сырья попала почти полностью территория Пятихатского и северо-запад Верхнеднепровского районов (с максимумом на севере этих районов) [18].

Полученные результаты будут положены в основу дальнейшего более детального определения приоритетности функциональной районной застройки территории при реализации Государственной программы устойчивого развития региона добыча и первичной переработки уранового сырья.

Заключення

Подводя итог необходимо отметить следующее.

1. Использование геофизических методов и получаемой с их помощью информации позволяет повысить формализацию (математизацию) решения разнообразных геоэкологических задач в условиях техногенно нагруженных территорий Украины.

2. Для количественной оценки значимости геофизического фактора в условиях техногенно нагруженных территорий введено понятие – геофизического воздействия, под которым понимаются отклонения природного и техногенного геофизического поля от усредненного в историческом диапазоне времени уровня и вариаций соответствующего природного поля.

3. Одно из ключевых значений для изучения всех геоэкологических процессов, происходящих в недрах техногенно нагруженных регионов, имеет создание (по комплексу геолого-геофизических и аэрокосмических данных) формализованной картографической тектонической основы (экоктонической основы) на базе известных представлений о системах докембрийских разломов.

4. Требованием современного этапа развития экологического направления в геофизике является создание (на базе традиционных «геологоразведочных» физико-геологических моделей) единых физико-техногенно-геологических моделей, всесторонне обобщающих информацию о природных и техногенных процессах.

Перечень ссылок

1. Барьяхтар В.Г. Чернобыльская катастрофа: проблемы и решения // Доклады академии наук Украины. – 1992. – № 4. – С. 151-164.
2. Білашенко О.Г., Кравець С.О., Тяпкін О.К. Екологічне зонування території (на прикладі регіону видобування та первинної переробки уранової сировини) // Довкілля – ХХІ: Матеріали ІV міжнародн. молодіжн. науков. конф. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2008. – С. 13-16.
3. Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю. Моделирование в разведочной геофизике. – Москва: Недра, 1987. – 192 с.
4. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / Відповід. ред. О.М. Маринич. – Київ: Українська Радянська Енциклопедія, 1989. – Т.1. – 416 с.
5. Дубов А.П. Геомагнитное поле и жизнь. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 175 с.
6. Иерархическая система петроплотностных моделей юго-востока Украинского щита / В.Ю. Коваленко, П.И. Пигулевский, В.К. Свистун, О.К. Тяпкин, И.С. Чуприна // Труды Второй Всероссийской конференции «Геофизика и математика». – Пермь: Горный институт УрО РАН, 2001. – С. 359-360.
7. Козарь Н.А., Пигулевский П.И., Тяпкин О.К. К вопросу геолого-геофизического изучения сейсмической активности юго-востока Украинского щита // Науковий вісник Національної гірничої академії України. – 2000. – № 6. – С. 70-75.
8. Комплексование геофизических методов при решении геологических задач / Под ред. В.В. Бродового. – Москва: Недра, 1987. – 471 с.
9. Кравець С.А., Петрова А.В., Тяпкін О.К. К вопросу совершенствования рекреационной инфраструктуры Украины // Матеріали ІІІ міжнародн. молодіжн. науков. конф. «Довкілля – ХХІ». – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2006. – Т.3. – С. 19-20.
10. Методичні вказівки з розробки регіональних стратегій сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач, С.З. Поліщук, О.К. Тяпкін, В.Б. Хазан. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2003. – 131 с.
11. Некоторые геологические аспекты развития рекреационной инфраструктуры Украины / О.К. Тяпкин, Я.Я. Сердюк, С.П. Сердюк, Л.В. Бондаренко, В.А. Кириченко, С.А. Кравец // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип. 5. – Дніпропетровськ, 2003. – С. 108-119.
12. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – Москва: Недра, 1986. – 342 с.

13. Радіаційний стан зони відчуження у 2002 році / В.В. Деревець, С.І. Кіреєв, С.М. Обрізан, Б.О. Годун, В.Г. Халява, П.Г. Купченко, В.В. Бицуля, Б.О. Горський, О.Б. Назаров, В.А. Паланський // Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2003. – № 1(21). – С. 3-33.
14. Свистун В.К., Пигулевский П.И., Тяпкин О.К. К вопросу становления геофизики техногенной безопасности и создания тектонической основы для решения ее задач // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Геологія, географія. – 2000. – Вип. 3. – С. 24-30.
15. Солдатенко В.П., Тяпкин О.К. Применение гравиразведки для решения экогидрогеологических задач // Науковий вісник Національної гірничої академії України. – 1998. – № 1. – С. 53-57.
16. Стратегія і тактика сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач, О.К. Тяпкін, В.Б. Хазан. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2004. – 320 с.
17. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. – Москва: МГУ, 1997. – 368 с.
18. Троян Я.Г., Тяпкін О.К. Розробка формалізованої процедури визначення просторової пріоритетності регіональної забудови із урахуванням комплексу геолого-геофізичних та екологічних даних // Матеріали III міжнародн. молодіжн. науков. конф. «Довкілля – XXI». – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2006. – Т.2. – С. 27-29.
19. Тяпкин К.Ф. Новая модель геоизостазии // Труды XXVII сессии Международного геологического конгресса. – Москва, 1984. – С. 438-439.
20. Тяпкин К.Ф., Гонтаренко В.Н. Системы разломов Украинского щита. – Киев: Наукова думка, 1990. – 184 с.
21. Тяпкін К.Ф., Тяпкін О.К., Якимчук М.А. Основы геофизики. – Київ: Карбон Лтд, 2000. – 248 с.
22. Тяпкин О.К. Оценка точности формализованного прослеживания разломов по геофизическим данным // Доповіді Національної академії наук України. – 1998. – № 4. – С. 161-165.
23. Тяпкин О.К. Тектонический фактор в экологической геологии // Придніпровський науковий вісник. Сер. Геологія, географія. – 1998. – № 118(185). – С. 31-38.
24. Тяпкин О.К. Применение гравиразведки для оценки состояния окружающей среды в горнодобывающих районах // Труды 26-й сессии Междунар. семинара «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей». – Екатеринбург, 1999. – С. 108-110.
25. Тяпкін О.К. Геофізичне середовище і базові геофізичні показники якості життєдіяльності населення та стану навколишнього середовища // Екологія і природокористування. – Вип.2. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України. – 2000. – С.92-97.
26. Тяпкин О.К. К созданию среднemasштабной экотектонической основы по геолого-геофизическим данным // Науковий вісник Національної гірничої академії. – 2001. – № 5. – С. 32-33.
27. Тяпкин О.К. Прогнозирование развития радиологической обстановки в условиях юго-востока Украины // Доповіді Національної академії наук України. – 2001. – № 10. – С. 116-120.
28. Тяпкин О.К. Современные методологические проблемы экологического направления в геофизике // Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск, 2002. – Т.4. - № 13. – С. 101-106.
29. Тяпкін О.К. Физико-геологическое моделирование объектов исследований геофизики техногенно-экологической безопасности // Екологія і природокористування. – Вип.6. – Дніпропетровськ: Моноліт. – 2003. – С. 148-161.
30. Тяпкин О.К. Геофизические методы решения геоэкологических задач. – Днепропетровск: Монолит, 2006. – 320 с.
31. Тяпкин О.К., Солдатенко В.П. Применение гравиразведки для оценки геолого-экологических последствий горнодобывающей деятельности // Геофизический журнал. – 2000. – Т.22. - № 1. – С. 21-30.
32. Україна: природна спадщина / За ред. В.В. Стецюка, С.Ю. Поповича. – Київ: Мінекології та природних ресурсів України, 2000. – 36 с.

33. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика /Под ред. Н.Б.Дортман. – Москва: Недра, 1984. – 455 с.
34. Шапарь А.Г., Тяпкин О.К. Экогеофизические аспекты районирования промышленно и техногенно-нагруженных регионов // Доповіді Національної академії наук України. – 1999. – № 3. – С. 133-137.
35. Шапарь А.Г., Тяпкин О.К. Использование фундаментальных законов физики Земли для решения некоторых проблем экологии // Науковий вісник Національної гірничої академії. – 2002. – № 4. – С. 95-97.
36. Шапарь А.Г., Тяпкин О.К., Сердюк Я.Я. Методичні вказівки щодо оцінки якості стану навколишнього середовища та його компонентів // Збірник методичних рекомендацій щодо впровадження еколого-орієнтованих технологій. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2005. – С. 114-165.
37. Шрейдер А.А. Инверсии магнитного поля Земли и изменения в природной среде // Физика Земли. – 1994. – № 9. – С. 97-101.
38. Troyan J.G., Tyapkin O.K., Bugrova H.L. Geophysical Criterias of an Estimation of Conditions of Human Activity of Population of Ukrainian Southeast // Proc. EAGE 62nd Conference and Technical Exhibition. – Vol.1. – Glasgow (UK). – 2000. – Paper A-48. – 4 p.
39. Tyapkin O.K., Shapar A.G., Troyan J.G. The Prediction of Changes of a Radiological Situation of Industrial Advanced Regions of NIS // Proc. EAGE 63rd Conference and Technical Exhibition. – Vol.2. – Amsterdam (The Netherlands). – 2001. – Paper P233. – 4 p.

O.K. Tyapkin **USE OF THE GEOPHYSICAL INFORMATION
FOR FORMALIZATION OF THE DECISION
OF GEOECOLOGICAL TASKS**

*Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences
of Ukraine*

The necessity development of scientific bases of new distinguished from traditional "prospecting" use of geophysical methods for increase of formalization of the decision of various geoeological tasks in conditions of the technogenic loaded territories of Ukraine is shown. The formalized rating of geophysical influence on quality of ability to live of the population and status of an environment is developed. The substantiation formalized of ecotectonical basis of the decision of geoeological tasks is carried out. The features of physical-technogenic-geological modeling of objects of geological-geophysical researches are shown. The concrete examples of use of the geophysical information for the decision of regional geoeological tasks are given.

*Надійшла до редколегії 17 листопада 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.геол.-мін.наук Я.Я. Сердюком*

УДК 551.588.3

Н.С. Остапенко

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ
ГЕОХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепропетровск

Досліджено вплив температури й вологості на склад мобільних форм мінеральних добрив і важких металів у ґрунтах. Показано, що вплив погодних умов на рухливість елемента-забруднювача більш істотно, ніж його доза.

Исследовано влияние температуры и влажности на содержание мобильных форм минеральных удобрений и тяжелых металлов в почвах. Показано, что влияние погодных условий на подвижность элемента-загрязнителя более существенно, чем его доза.

Общие положения

Антропогенное изменение геохимического фона может происходить как деструктивно – в виде загрязняющих отходов, стоков, выбросов различных отраслей промышленности, так и созидательно – внесение элементов минерального и органического питания, дефолиантов в сельскохозяйственном производстве. Количество и соотношений форм элементов в почве меняется во времени и определяется естественной динамикой почвенно-геохимических процессов. Трудность рассмотрения взаимодействия почвы с загрязнителем обусловлена многообразием загрязнителей и сложностью гетерогенной почвенной системы, совокупность которых в каждом конкретном случае уникальна.

Многолетняя изменчивость климатических условий влияет на состояние загрязнения почвенного слоя, которое, в свою очередь отражается на биоценозе. К наиболее значимым климатическим параметрам следует отнести температуру окружающей среды и количество осадков, определяющих влажность почвенного покрова. Обширная литература, посвящена влиянию климатических факторов на параметры почв и урожайность растительных систем [1-3]. Но в большинстве своем приведенные данные представлены либо осредненными климатическими характеристиками (биоклиматический потенциал, гидротермический коэффициент) либо оперируют качественными понятиями «много – мало».

Основной механизм защиты атмосферы, гидросферы, растений – способность почвы поглощать загрязняющие вещества. Потенциальные возможности поглощения племен-

тов почвами и удерживания их в подвижном состоянии обеспечиваются всеми известными механизмами поглощения: образованием труднорастворимых солей, ионным обменом, специфической сорбцией. Соотношение скоростей обменных процессов почвы с загрязняющими веществами определяет экологическое значение почв в формировании устойчивости экосистемы к загрязнению.

О поведении загрязняющих веществ можно судить по содержанию их водорастворимых и обменно-растворимых форм в почвах. На процесс изменения подвижности химических соединений влияют как природные факторы (физические, химические, коллоидные свойства почв, температурный режим и влажность почвы), так и антропогенные (применение удобрений, техногенное загрязнение компонентов геологической среды и др.) Свойства почв сильно влияют на трансформацию подвижных соединений [4]. Однако гораздо меньше представлено данных как о влиянии температуры [5,6], так и о влиянии влажности [7] на регуляцию сорбционно-десорбционных процессов неорганических удобрений и тяжелых металлов в почвах.

В связи с этим, цель данной работы заключалась в исследовании влияния температуры и влажности на содержание мобильных форм некоторых элементов минерального питания и тяжелых металлов в почвах.

Почвенный климат, в частности его главная составная часть – температура, оказывает воздействие на физические, химические и биологические процессы в почве, влияет на мобилизацию элементов минерального питания и элементов-загрязнителей. В частно-

сти, изменение температуры приводит к изменению реакции среды (рН), величины окислительно-восстановительного потенциала (ОВП), характер взаимодействия почвенного поглощающего комплекса (ППК) с ионами, находящимися в почвенном растворе. Реакция почвенного раствора ($pH = - \log C_{H^+}$), имеет очень большое значение для почвенных процессов. Различным типам почв соответствует различный интервал рН. Для черноземов характерна нейтральная реакция (рН ~7), для подзолистых и болотных

почв - кислая (рН < 5), для засоленных - щелочная реакция (рН >8). рН среды влияет на изменение подвижных форм ионов. При уменьшении рН в почвенный раствор могут переходить обменные формы ионов. В работе [5] было установлено, что низкая температура приводит к уменьшению рН. Для некоторых почв уменьшение температуры от 15-20 °С до 6-7°С уменьшает рН на 1,2 единицы. Влажность оказывает влияние на реакцию среды при температурах выше 10-15 °С (таблица 1).

Таблица 1- Влияние температуры и влажности на рН дерново-подзолистой почвы [5]

t, °C	W = 90 %	W = 60 %	W = 30 %
6 – 7	4,8	4,8	4,9
15 - 20	5,2	5,5	5,6

Изменение температуры и влажности сказывается на величине окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Согласно уравнению Нернста: $A = A^0 + (2,3RT/nF) \lg(Ox/Red)$, температура влияет на величину ОВП. Если в изучаемой системе отсутствует твердая фаза, то влияние невелико и не превышает 2 мВ на 10 °С. Более существенно температура влияет на растворимость компонентов твердой фазы почвы, скорость химических реакций; интенсивность биохимических и биологических процессов. При повышении температуры на 10 °С скорость реакции увеличивается в 2-4 раза. Изменение скорости химических и биохимических реакции и растворимости соединений не учитываются уравнением Нернста; для оценки этих факторов необхо-

димы прямые эксперименты [8]. Кроме того, повышение влажности способствует переходу в растворенное состояние различных компонентов органической и минеральной части почвы, влияющих на окислительно-восстановительное состояние почвенной системы. При исследовании влияния температуры на почвенный поглощающий комплекс, на его взаимодействие с находящимися в почвенном растворе ионами было установлено [5], что результаты определения содержания фосфора и калия в зависимости от температуры в лаборатории были различны: при 20 °С показатели были в два раза выше, чем при 10 °С. Максимальные изменения вытеснения катионов и анионов происходили в интервале температур 10 – 15 °С.

Объекты и методы исследования

Исследования по влиянию температуры и влажности на параметры почвы и содержание в ней водорастворимых элементов минерального питания проводили на полигоне, представляющем собой совокупность делянок с тремя уровнями влажности (W = 7–28 %), тремя уровнями минерального питания и защищенных от естественных осадков. В качестве удобрения использовали нитрат аммония – аммиачную селитру (NH_4NO_3) – одно из самых эффективных азотных удобрений в дозах от 90 до 140 кг/га действующего вещества. Длительность опыта – 3 ве-

гетационных сезона, отличающихся друг от друга метеорологическими параметрами.

Определяемыми параметрами являлись: рН, окислительно-восстановительный потенциал, концентрации нитрат-ионов (NO_3^-), ионов аммония (NH_4^+), кальция (Ca^{+2}), калия (K^+). Измерения проводили потенциометрическим методом с использованием ионоселективных электродов с соответствующей функцией в трехкратной повторности. Погрешность измерений не превышала 5 %. Влажность определяли весовым методом.

При исследовании содержания тяжелых металлов [9] уровень загрязнения порядка 5 ПДК создавали внесением сульфатов цинка и меди раздельно в количестве 550 и 330 мг/кг. Опыты проводили в двух вариантах: (1) - влажность 60-70 % от полной полевой влагоемкости (ППВ), температура ~20 °С; (2) - влажность – ППВ, температура ~ 10 °С. В опыте выращивали ячмень.

Извлечение цинка и меди из почв производили ацетатно-аммонийным буфером (рН = 4,8 – обменно-растворимые соедине-

ния) и 1 М раствором соляной кислоты (кислоторастворимые формы). Метод определения металлов – атомно-адсорбционный. Время опыта – 30 суток.

Опыты проводили на дерново-подзолистой почве с характеристиками: плотность объемная (γ) – 1,33 г/см³, плотность твердой фазы (ρ) – 2,63 г/см³, пористость – 42,2 %, коэффициент фильтрации (K_{ϕ}) – $1,4 \cdot 10^6$ м/с, величина линейного набухания (R)-2 %, площадь удельной поверхности ($S_{уд}$)– 15 м²/г, содержание гумуса 1,4 %.

Результаты и обсуждение

Эксперименты по изучению изменения геохимического фона в натурном опыте, обусловленные ежегодными колебаниями климатических факторов показали следующие результаты.

Измерения реакции среды по профилю почвы в течение периода вегетации показали, что основное различие в значениях рН наблюдается в стартовый момент времени, далее величина рН становится меньшей и примерно одинаковой в разные годы (рисунок 1). Причем изменение рН касается только пахотного горизонта (0 – 20 см), в подпахотном горизонте вариации реакции среды отсутствуют. Таким образом, можно сделать предположение о влиянии агроклиматических факторов на данный параметр именно в начальный момент времени.

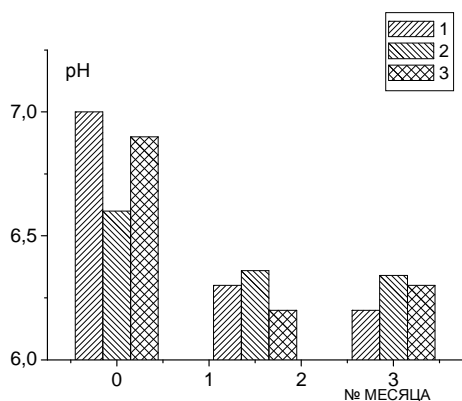


Рисунок 1- Изменение рН почвы в течение периода активной вегетации в разные годы (1, 2, 3)

Сравнение результатов выявили связь рН со среднемесячной температурой предпосевного периода T_0 и влажностью почвы W. Влажность почвы определяется количе-

ством осадков в предшествующие месяцы и в некотором приближении для данной почвы ее можно описать зависимостью: $W = 13,2 + 8 Q/Q_{\text{баз}}$, где Q и $Q_{\text{баз}}$ – сумма осадков предшествующих месяцев текущего года и среднееголетних значений соответственно.

Ранее отмечено, что влияние температуры на рН почвы проявляется сильнее, чем влажность, что особенно заметно при низкой температуре (см. таблицу 1). Среднемесячная температура рассматриваемого периода составляла 7 °С, 9,7 °С и 11 °С. В связи с этим можно считать, что именно температура в исследуемый период определяет изменение рН почвы в наших экспериментах (рисунок 2).

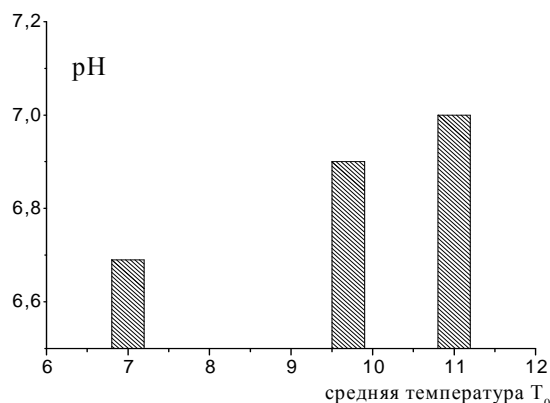


Рисунок 2 - Зависимость рН почвы от средней температуры посевного периода T_0

Окислительно-восстановительный потенциал почвы может являться характеристикой типа почвы, так как связан с минеральным и органическим составом почвы, соо-

тношением окисленных и восстановленных форм. Средние величины ОВП в этих опытах так же связаны с температурой, то есть агрометеорологическими условиями конкретного сезона. На примере данного пара-

метра проиллюстрируем влияние температуры начального периода на окислительно-восстановительное состояние растительного материала и зерна, полученного на этом полигоне (таблица 2).

Таблица 2 - Средние значения окислительно-восстановительного потенциала (мВ) почвы, растительного материала и зерна при разной температуре предпосевного периода T_0

$T_0, ^\circ\text{C}$	Почва	Растительная масса	Зерно (пшеница)
7	313	377	402
9,7	367	459	599
11	150	190	210

Сходность зависимостей $\text{ОВР} = f(T_0)$ и $\text{pH} = f(T_0)$ позволяют предполагать, что изменения этих параметров могут быть объяснены одинаковыми причинами: влиянием температуры на подвижности ионов металлов, устойчивость почвенных комплексов, микробиологическую активность.

При внесении аммиачной селитры (NH_4NO_3) половина азота содержится в форме аммония, способного поглощаться почвой, оставаясь доступным растениям, и половина в форме нитратов, обладающих большей подвижностью в почвенном растворе. В наших опытах измеряемые значения концентрации нитрат-ионов и ионов аммония не соответствовали внесенной дозе минерального питания. В одном из сезонов при внесении NH_4NO_3 в дозе 90 кг/га концентрация (NH_4^+) составляла более 1000 мг/кг почвы, в другом сезоне при уровне селитры 140 кг/га – концентрация ионов аммония оказалась менее 100 мг/кг почвы. Эксперимент показал, что содержание обеих форм минерального азота связаны с агроклиматическими условиями начального периода – с температурой и влагосодержанием почвы.

На рисунке 3 приведены средние по экспериментальному полигону величины концентрации NH_4^+ и NO_3^- от относительной суммы осадков предшествующего периода. При увеличении суммы осадков вдвое относительно многолетних осадков содержание NH_4^+ многократно увеличивается, но, по видимому, до предела, определяемого дозой загрязнителя и возможностями сорбционно-десорбционных процессов в почве. NO_3^- не участвует в обменных процессах, уменьшение концентрации обусловлено его выносом

фильтрационными водами в нижние слои почв.

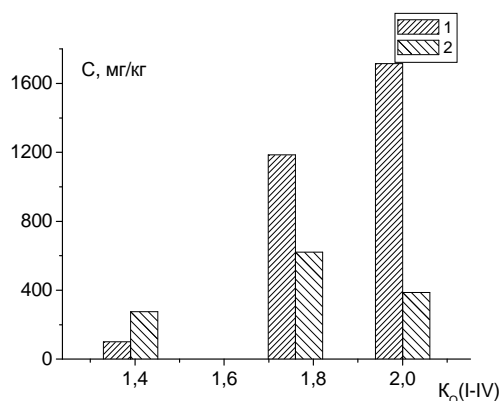


Рисунок 3 - Содержание ионов аммония (1) и нитрат-ионов (2) в почве при разных уровнях осадков

Изменение концентрации минерального азота $N(N - \text{NH}_4^+ + N - \text{NO}_3^-)$ в пахотном слое почвы от средней температуры предпосевного периода приведено на рисунке 4.

В почве содержание аммония и нитратов в почве никогда не бывает постоянным. При внесении неорганического азота часть его может связываться в форме органических соединений, затем высвобождаться в минеральной форме, доступной измерению. Температура и pH почвенного раствора влияют на относительные скорости трансформации NH_4^+ и NO_3^- . Повышение температуры почвы от 7 до 11 $^\circ\text{C}$ приводят к почти четырехкратному увеличению подвижных (водорастворимых и обменных) форм минерального азота.

Аммиачная селитра после внесения в почву растворяется и вступает в реакцию с по-

чвенным поглотцающим комплексом [ППК],
вытесняя соединения кальция:

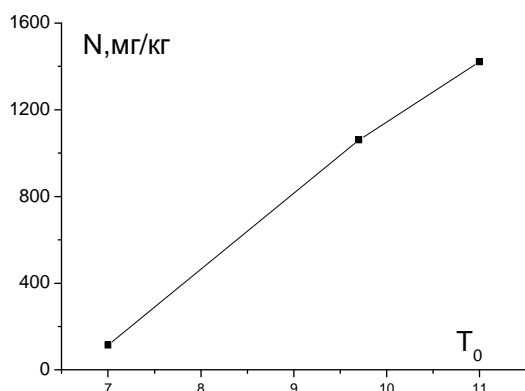
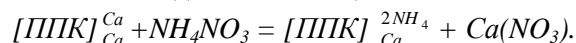


Рисунок 4 - Зависимость содержания неорганического азота $N(N - NH_4^+ + N - NO_3^-)$ от T_0

В связи с этим исследовано поведение ионов кальция в почве в зависимости от климатических параметров. Измерения содержания ионов кальция в почве показали, что происходит существенное его изменение в пахотном горизонте в предпосевной период, которое значительно уменьшается к концу вегетационного периода (рисунок 5). В подпахотном горизонте различия концентрации Ca^{2+} не существенны ни в течение одной вегетации, ни между ними, приближаясь к значениям, обнаруженным в пахотном горизонте в конце вегетации.

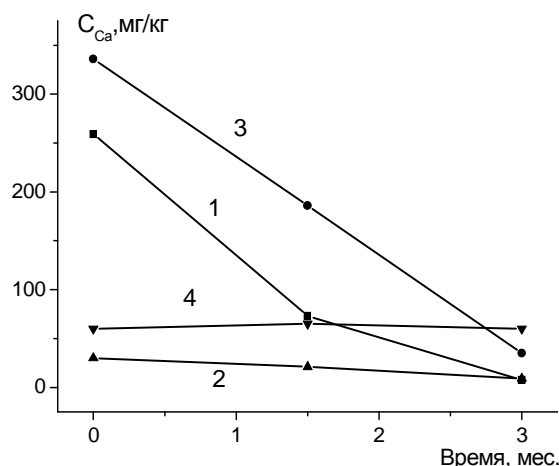


Рисунок 5 - Динамика содержания ионов кальция в почве в течение периода активной вегетации в разные годы: пахотный горизонт (1, 3), подпахотный горизонт (2, 4)

Далее рассмотрим влияние температуры почвы при различной влажности на подвижность тяжелых металлов. По данным работ [9,11] увеличение влажности (от 65 % ППВ до ППВ) и понижение температуры (от 21 °С до 9 °С) приводит к уменьшению закрепления металлов почвой.

Изменение мобильных и кислоторастворимых форм металлов в почвах легкого ($pH_{KCl} = 7,0$) и тяжелого ($pH_{KCl} = 5,9$) гранулометрического состава при влажности 60-70 % от ППВ и температуре = 20 °С представлено в таблице 3 [9].

Таблица 3 - Содержание мобильных и кислоторастворимых соединений металлов в разных почвах (% от исходного загрязнения) при разном времени экспозиции

Время экспозиции	Почва легкого грансостава		Почва тяжелого грансостава		Почва легкого грансостава		Почва тяжелого грансостава	
	Zn моб.	Zn к/р.	Zn моб.	Zn к/р.	Cu моб.	Cu к/р.	Cu моб.	Cu к/р.
40	30		13		30	55	30	55
80	21	22	10	16	24	55	19	55

Закрепление цинка в первую фазу более активно происходит в тяжелосуглинистой почве. После 80 суток экспозиции количество мобильных соединений цинка несколько снижается. Изменение подвижности Си практически не зависят от свойств почв. Содержание наиболее мобильных соединений меди в почвах различного гранулометрического состава было практически одинаковым через 40 суток экспозиции, слегка уменьшилось через 80 суток. Количество кислоторастворимых соединений меди было одинаковым независимо от времени экспозиции. Фиксация почвами соединений Zn по сравнению с соединениями Си более быстрая и прочная. В работе [10] указывается, что тяжелые металлы сначала быстро адсорбируются поверхностью

почвы (в течение 30 минут), а затем диффундируют внутрь почвенных частиц, в результате чего их подвижность может снижаться со временем.

Результаты опытов по влиянию температуры и влажности на подвижность соединений цинка и меди в соответствии условиям (1) и (2) приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание различных форм (мобильной и кислоторастворимой) Zn и Cu (%) при разных температурных и влажностных условиях (экспозиция 80 дней; почва легкосуглинистая)

№	Форма металла	Условия опыта	Zn	Cu
1	Мобильная	Стандарт: W=0,65 ППВ, t ~20 °С	16,4	24,2
2	Кислоторастворимая	Стандарт: W=0,65 ППВ, t ~20 °С	21,8	40,9
3	Мобильная	W= ППВ, t ~10 °С	40,0	53,0
4	Кислоторастворимая	W= ППВ, t ~10 °С	87,0	75,8

Увеличенная влажность и более низкая температура приводила к меньшему закреплению металлов почвой по сравнению со стандартом. Количество мобильных соединений Zn через 80 суток составляло 40 % от внесенного. Содержание Zn кислоторастворимого возрастало до 80-90 % от внесенного количества. Содержание Cu мобильного возросло в два раза по сравнению со стандартными условиями – до 40 – 50 % от внесенного количества. Содержание Cu кислоторастворимого составило более 70 %.

То есть уменьшение температуры на 10 ° и увеличение влажности от 65 % до 100 % ППВ приводит к увеличению содержания и мобильных и кислоторастворимых форм Zn и Cu. Эти данные согласуются с результатами работы [11], где было показано, что при более высоких температурах (21 °С по сравнению с 9 °С) экстракция мобильных соединений цинка снижалась на 10-12 % при времени инкубации – 1 месяц.

Большее влияние условий увлажненности на подвижность Zn по сравнению с Cu мо-

жет быть связано с преимущественной фиксацией Zn оксидами железа и марганца. Однако в природных условиях цинк сорбируется сильнее, чем медь, что связано с образованием устойчивых комплексов меди с органическим веществом. Разные условия увлажнения влияют на подвижность Zn и Cu в течение первых 100 дней инкубации. В первые 20-50 дней увеличение влажности может приводить как к увеличению, так и снижению количества наиболее мобильных соединений [7].

К сожалению, в опытах по изменению подвижности тяжелых металлов в почвах отсутствуют данные по изменению рН и окислительно-восстановительного состояния почв, которые сильно реагируют на изменение температуры и увлажненности, что в свою очередь влияет на подвижность химических элементов. Вопрос о влиянии биологических систем на процессы мобилизации тяжелых металлов в широком диапазоне температур и увлажнения требует дальнейшего изучения.

Заключение

Таким образом, изменение температурных и влажностных характеристик почвенной системы существенным образом влияет на подвижность металлов-загрязнителей, изменяя содержание и мобильных и кислоторастворимых соединений в системе. Влияние погодных условий на подвижность элементов минерального питания и тяжелых металлов более существенно, чем доза элемента-загрязнителя.

Изменение содержания мобильных форм загрязнителей, будь то минеральные удобрения или тяжелые металлы, при отсутствии

учета метеорологических факторов приводит к систематическим ошибкам в расчетах доз внесения удобрений или превышения ПДК в случае загрязнения почв тяжелыми металлами. Геохимическое состояние пахотного слоя в начальный период вегетации при относительно низких температурах или в климатических зонах с небольшой суммой активных температур существенно влияет на минеральный состав сельскохозяйственной продукции, зараженность болезнями и урожайность [12]. Метеорологические условия периода активной вегетации могут существ-

венно скорректировать неблагоприятные последствия начального состояния системы почва-растение. Поэтому особенно важно

учитывать химическое состояние почвенной системы в зависимости от текущих природных факторов.

Перечень ссылок

1. Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай. - М.: Агропромиздат, 1987. - 512 с.,
2. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 144с.
3. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 248 с.
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
5. Коровин А.И. Роль температуры в минеральном питании растений. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 284 с.
6. Barrow N.J. A brief discussion on the effect of temperature on the reaction of inorganic ions with soil. // Soil. Sci. - 1992. - V. 43. - P. 37- 45.
7. Tagami K., Uchida S. Aging effect on bioavailability of Mn, Co, Zn and Tc in Japanese agricultural soil under water logged condition // Geoderma. - 1998. - V. 84. - P. 3-13.
8. Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв. - М.: Колос, 1982. 247
9. Карпова Е.А., Голятина С.В., Ермаков А.А. Подвижность Zn И Cu в загрязненных дерново-подзолистых почвах агроценозов в зависимости от природных и антропогенных факторов // Сб. материалов II Международной конференции «Современные проблемы загрязнения почв», М., 28 мая - 1 июня 2007. - М., 2007. - С. 369-372.
10. Brummer V.W., Gerth J. Reaction kinetics of the adsorption and desorption of nickel, zinc and cadmium by goethite. // Soil. Sci. - 1988. - V. 39. - P. 37-52.
11. Almas A., Singh B.R., Salbu B. Mobility of Cd¹⁰⁹ and Zn⁶⁵ in soil influenced by equilibration time, temperature and organic matter. // Proceedings of extended abstracts 5th Int. Conf. on the Biogeochemistry of Trace Elements. Vienna, Austria. V.I.P. 130-131.
12. Остапенко Н.С., Кириченко В.А. К вопросу о проявлениях векового цикла солнечной активности в продуктивности растительных биогеосистем. // Екологія і природокористування. - Дніпропетровськ, 2007. - Вып. 10. - С.97-103.
13. Остапенко Н.С. Влияние агроклиматических условий на минеральный состав зерна яровых культур. // Матеріали третьої науково-практичної конференції «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів». - Дніпропетровськ, 2005. - С. 88-90.

N.S. Ostapenko

INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON PARAMETERS OF GEOCHEMICAL POLLUTION

Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk

Influence of temperature and humidity on the content of mobile forms of fertilizers and heavy metals in soils is investigated. It is shown, that influence of weather conditions on mobility pollution-element is more essential, than its doze.

*Надійшла до редколегії 11 вересня 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.біол.наук О.О. Скрипником*

УДК 574 (075.8):001

*Л.Ф. Долина **,
*Т.Т. Данько ***, *В.В. Беляева **

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ
СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ
НЕПРИЯТНЫМИ ЗАПАХАМИ
И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

** Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. академика В.Лазаряна; ** Институт проблем природопользования
и экологии НАН Украины, Днепропетровск*

Проанализовано сучасний стан проблеми забруднення повітря неприємними запахами. Розглянуто методи очищення повітря.

Выполнен анализ современного состояния проблемы загрязнения воздуха неприятными запахами. Рассмотрены методы очистки воздуха.

Общие положения

В современном мире существует много острых экологических проблем, одной из которых является проблема неприятных запахов, особенно, внутри помещений, где люди проводят большую часть времени. Как показывает мировая статистика, третья часть поступающих жалоб на экологические факторы – это жалобы на запахи.

В Украине, как и в странах СНГ, проблема нормирования запахов на уровне стандартов еще не рассматривалась, в то время как европейские страны уже сделали определенные шаги в этом направлении.

Запахи – это летучие химические соединения, которые выделяются практически чуть ли не всеми вещами и оборудованием, которые нас окружают. Запахи распознаются органами обоняния даже в очень малых концентрациях (значительно меньше ПДК), ниже тех, которые могут быть определены современными методами анализа. Поэтому нормирование запахов остается одной из достаточно сложных задач, поскольку уровень неприятных запахов должен быть понижен до уровня, не воспринимаемого органами обоняния, чувствительность которых может сильно отличаться у разных людей.

Среда внутри помещений как производственных, так и жилых, является неотъемлемой частью окружающей человека среды вообще и складывается из следующих основных факторов [1]:

- природно-климатических (температура, влажность, солнечная радиация, движение воздуха и др.) и ландшафтных (атмосфер-

ный воздух, состав почво-грунтов и др.);

- физических и химических составляющих, обусловленных производственной и бытовой деятельностью человека (токсичные пары и газы, пыль и др.);

- биологических (микроорганизмы, насекомые и теплокровные животные, комнатные растения и их пыльца, рассеянная в воздухе и др.);

- психофизиологические (форма и дизайн помещения, количество находящихся в нем людей и др.).

Люди проводят в помещениях до 90 % времени (12-19 часов в сутки), в том числе на рабочем месте - свыше 35 % времени (8-12 часов в сутки). Уровень загрязнения воздуха в помещениях может быть в 2,5 и даже в 100 раз выше, чем на улице.

При каждом вдохе человек вдыхает 45000-80000 частиц пыли [2]. В одном грамме пыли может содержаться свыше 10000 различных компонентов, которые все вместе представляют большую угрозу нашему здоровью. В процессе эволюции наш организм адаптировался к борьбе с пылью, но на современном этапе пыль имеет совершенно иную структуру и значительно более опасна. Поэтому Агентство по защите окружающей среды (ЕРА) относит низкокачественный воздух внутри помещений к пяти основным экологическим факторам риска для здоровья человека.

Люди, проводя основное время в помещениях, практически все это время дышат рециркулирующим воздухом. Использование отработанного воздуха, в особенности, при применении обычных вентиляционных систем (а в некоторых случаях они вообще

© Долина Л.Ф., Данько Т.Т.,
Беляева В.В., 2008

отсутствуют), означает, что в воздухе накапливаются пыль, бактерии, вирусы, табачный дым, различные химические вещества и другие токсины. А при многократном использовании воздуха их количество возрастает.

По мере развития технологий, в строительстве ныне используются более дешевые материалы, как правило, синтетические. Ныне определена новая форма болезни, которая получила название «синдром больного здания». «Синдром больного здания» - это заболевание у людей, которое вызвано плохим качеством воздуха внутри помещений. Напольные покрытия, ковры, пластмассы, мебель, клеящие и лакокрасочные материалы, современные строительные и отделочные материалы, синтетические ткани и др. являются источниками значительного количества выделяющихся токсичных веществ и неприятных запахов. Согласно оценкам специалистов США к зданиям с плохим качеством воздуха внутри помещений можно отнести 60 % всех зданий, включая собственное здание Агентства по защите окружающей среды. 20 % работников сообщают о том, что симптомы этого заболевания отрицательно сказываются на качестве выполняемой ими работы. Достаточно объективным показателем «здорового» или «больного» помещения может служить уровень общей окисляемости органических соединений в воздушной среде и чем ниже этот показатель, тем чище воздух помещения. Всемирная организация здравоохранения сообщает, что из-за загрязнения воздуха количество больных астмой каждые 10 лет увеличивается на 50 %. Астма повинна в потере 14,5 миллионов рабочих дней и 14 миллионов учебных дней ежегодно.

Проблема борьбы с запахами является особенно актуальной для современных крупных городов с высокой плотностью застройки (Киева, Днепропетровска, Донецка, Харькова и др.), где ныне более интенсивно ведется новое строительство, а комфортность проживания населения и без того снижена. Особенно остро эта проблема касается предприятий железнодорожного и автомобильного транспорта, так как многие вокзалы, локомотивные и вагонные депо, станции технического обслуживания автомобилей, вентиляционные системы метрополитенов и многие другие предприятия, как правило, находятся в центре крупных горо-

дов (Киев, Москва, Париж, Лондон и др.) [3].

В развитых странах проблема нормирования запахов уже решается, при этом используются различные подходы. Общим для многих европейских стран является метод измерения запахов, утвержденный в 2003 году европейским стандартом EN 13725 «Качество воздуха – определение концентрации запаха методом динамической ольфактометрии». Сегодня в Германии, Великобритании, Дании, Нидерландах, Турции и других странах уже существует налаженная государственная система регулирования запахов в атмосферном воздухе. В Нидерландах муниципальные власти сами устанавливают допустимый уровень «раздраженности» в зависимости от типа деятельности предприятия. В России в 2006 году была проведена Международная конференция «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха». Конференцию на указанную тему организовала в Москве табачная компания «Лиггетт-Дукат». Тем не менее, на сегодня и в России нормы по оценке запаха воздуха также отсутствуют.

В то же время практически во всех странах имеются различные нормативные показатели, связанные с запахами воды (таблица 1) [4]. Запах воды зависит от химического состава примесей и растворенных в ней газов. Интенсивность запаха оценивают по пятибалльной системе, причем для питьевой воды при температуре 20-60 °С она не должна превышать двух баллов, (это благоприятные органолептические свойства воды) [4]. Запах воды, подвергнутой хлорированию, определяют через 30 минут после введения хлора.

Неприятные запахи еще называются одорантами. К одорантам (дурнопахнущим веществам) относится целый комплекс различных веществ органического и неорганического происхождения в концентрациях, не представляющих угрозу для здоровья.

Источники выделения одорантов классифицируются следующим образом: точечные, линейные и площадные; подвижные и неподвижные; организованные и неорганизованные; постоянные и залповые и т.д. [2].

К одорантам относятся соединения восстановленной серы (сероводород, легкие меркаптаны и др.), азотсодержащие вещества (аммиак, амины и др.), ароматические

углеводороды (фенолы, толуол, крезол, ксилол и др.), органические кислоты (масляная, валериановая, капроновая и др.), шпалопро-

питочные масла (каменноугольное и сланцевое масло), дизельное топливо и др.

Таблица 1 – Оценка интенсивности запаха воды

Баллы	Интенсивность запаха	Характеристика запаха
0	Никакого	Отсутствие ощутимого запаха
1	Очень слабый	Обнаруживаемый опытным исследователем
2	Слабый	Не привлекающий внимания, но такой, который можно заметить
3	Заметный	Запах, легкообнаруживаемый и могущий вызвать неодобрение
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодную для питья
5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду непригодную для питья

Ряд технологических процессов сопровождается выделением одорантов, которые пребывают в концентрациях, не представляющих угрозу для здоровья людей. Тем не менее, ароматические вещества, как правило, затрудняют нормальное функционирование легких, вызывая головную боль и нарушение сна. И хотя запахи могут вызывать тошноту, бессонницу и другие неприятные ощущения, люди, подвергающиеся их хроническому воздействию, иногда адаптируются к ним и могут уже практически их не ощущать. Например, совместное присутствие в воздухе помещений сероводорода и аммиака вызывает быструю потерю обоняния, а при длительном контакте с ними у людей может возникнуть ингаляционное отравление, сажа и копоть вызывают головную боль, сонливость и общее ухудшение состояния здоровья, а неестественные запахи бытовых товаров нарушают спокойный сон.

Взрослый человек вдыхает более 12000 литров или 25 кг воздушной смеси в сутки, а воды и пищи – 2-3 кг. Человек не может прожить без воздуха в среднем более 2-3

минут, в то время как без воды и пищи человек может прожить от нескольких суток до месяца.

Человек зависим от своего обоняния, даже когда не осознает, что чувствует запах. Обоняние относится к пяти чувствам и оно напрямую связано с лимбической системой, играющей важную роль в процессах мышления и обучения, а также в контроле над эмоциями и мотивацией.

По поводу запахов американский психиатр Алан Хирш сказал: «Запахи воздействуют на человеческий мозг как наркотики и непосредственно влияют на мышление и оценку потребительских качеств товара. Запах – культ управления, который руководит человеческими эмоциями».

В 2007 году в США были проведены исследования по изучению влияния различных факторов на автодорожные происшествия. Установлено, что одним из факторов являются запахи. Одни запахи расслабляют водителей (например, запах свежескошенной травы), а другие – заставляют напрягаться (например, запах кофе). Указанные выводы учитываются при подготовке водителей.

Краткая характеристика воздуха производственных помещений

Несмотря на то, что здание представляет собой защитную оболочку, наружные факторы оказывают воздействие на внутреннюю среду помещений. Так, колебания температуры, влажности, подвижность атмосферного воздуха вызывают колебания

температуры, влажности и подвижность воздуха внутри помещений. С этими факторами тесно связаны наружные запахи, которые в той или иной степени проникают вовнутрь производственных помещений. Например, с повышением температуры растет

либо падает скорость протекания метаболических процессов, активизируется дыхание и другие физиологические функции, что в свою очередь способствует поступлению в организм дополнительного количества одоранта.

Характер и скорость перемещения воздушных масс, создаваемых вентиляцией, играют решающую роль в распределении газов, в том числе и одорантов. В вентилируемом помещении они распространяются в сотни раз быстрее, чем в ходе диффузного процесса.

В цехах с очень интенсивными источниками тепла (доменные, конверторные и термические цеха, ТЭЦ и др.) при правильной организации воздухообмена наибольшая концентрация одорантов (аммиака, оксида азота, хлора, оксида углерода и др.) приходится на верхнюю часть помещений. В то же время тяжелые газы и пары опускаются к полу помещений. В ряде случаев, например, складывается ситуация, когда поступающие в помещение газы-одоранты более тяжелые, по сравнению с воздухом и поэтому осаждаются вниз. Наиболее «влажными» производствами (избыток влаги в помещениях может достигать 80-100%) являются такие, где технологические процессы требуют использования больших емкостей с горячими растворами или водой, обмывка машин и вагонов и т.д. [1]. К «влажным» производствам относятся: кожевенные, целлюлозно-бумажные, деревообрабатывающие, гальванические, травильные, металлоразливочные, машинные залы ТЭЦ, красильно-отделочные цеха текстильных комбинатов, сахарные заводы, механизированные прачечные, цеха коксохимических производств (улавливания, серноокислотные, ректификации, смолоразгонные), шпалопропиточные заводы, лакокрасочные предприятия и др.

Например, на Никопольском трубном заводе в одном из цехов гальванопокрытий имеется 33 ванны (размером 15×1,5×2,0 м) с горячими (температурой 60-70°C) промывными и травильными растворами из высокотоксичных соединений и неприятными запахами комплексными цианидами меди и цинка, ПАВ).

На Новомосковском шпалопропиточном заводе в цехах, где идет пропитка деревянных изделий и шпал нагретой смесью каменноугольного и сланцевого масел, в атмо-

сферу помещений выделяются дурнопахнущие и канцерогенные веществ (крезол, фенол, нафталин, ксилол, бензол и др.). Составляющими одорантами асфальтового производства являются бензол, стирол и пропилбензол (таблица 2).

Одновременное действие на организм и органы обоняния различных загрязняющих веществ, присутствующих в помещении, зачастую сильнее, чем действие каждого из них в отдельности и в тех же концентрациях. Это известное явление носит название синергизм. Так, эффект синергизма проявляется при сочетании диоксида азота и сернистого ангидрида, никеля и сернистого ангидрида; формальдегида, озона и диоксида азота и др. Кроме того, из смеси нетоксичных и слабопахнущих загрязняющих веществ могут образовываться высокотоксичные (иприт) и дурнопахнущие вещества. Помимо синергетического эффекта в воздушной среде помещений, между загрязняющими веществами может быть и антагонистический эффект.

В сочетании с радиоактивным облучением химические загрязняющие вещества могут выделять дурнопахнущие соединения и становиться более опасными.

Загрязнение воздушной среды помещений тяжелыми металлами могут усиливать выделение дурнопахнущих веществ и повышать токсичность нефти и нефтепродуктов в десятки и сотни раз. Кроме того, тяжелые металлы катализируют реакции окисления ряда веществ, например, окисление $SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow SO_4^{2-}$ (компонентов серной кислоты – паров и тумана).

Наличие поверхностно-активных веществ, пыли, синтетических моющих средств, отбеливателей повышают выделение дурно- и приятнопахнущих веществ. Приятные запахи, издаваемые искусственными химическими соединениями, также могут вызывать тошноту, бессонницу, головную боль и другие неприятные ощущения. Люди, подвергающиеся их хроническому воздействию, иногда адаптируются к ним и уже практически не чувствуют.

Детский организм является особенно чувствительным к загрязняющим компонентам воздушной среды производственных помещений. Это подтверждается различными исследованиями заболеваний детей, проживающих вблизи промышленных районов [5].

Таблица 2 – Загрязняющие вещества, встречающиеся в воздушной среде производственных помещений

№ п/п	Загрязняющее вещество	Класс опасности	№ п/п	Загрязняющее вещество	Класс опасности
1	Аммиак	4	36	Олово	3
2	Амилацетат	2	37	Пары различных масел	-
3	Ацетон	4	38	Пары различных кислот (H ₂ SO ₄ , HCl и др.)	2
4	Ацетилен	-	39	Пары фтористой кислоты	1
5	Барий	1	40	Пары цианистой кислоты	2
6	Бензин	4	41	Пенициллин	2
7	Бензол	2	42	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	2
8	Бенз(а)пирен	1	43	Пропан	-
9	Бром	2	44	Пропилбензол	2
10	Бутан	-	45	Пыль от различных производств	-
11	Бутанол	3	46	Ртуть	1
12	Бутилацетат	2	47	Сажа	2
13	Вольфрам	3	48	Свинец	1
14	Диоксид азота	2	49	Сернистый ангидрид	3
15	Диоксид теллура	1	50	Сероводород	2
16	Диоксид хлора	1	51	Сероуглерод	2
17	Диоксид церия	1	52	Стирол	2
18	Диоксины	1	53	Табак	3
19	Железо	3	54	Тетраэтилсвинец	1
20	Кадмий	2	55	Тиурам	2
21	Ксилол	3	56	Фенол	2
22	Марганец	2	57	Формальдегид	2
23	Медь	2	58	Фосфор	1
24	Метан	-	59	Фосфорный ангидрид	2
25	Метафос	1	60	Фтористый водород	2
26	Мышьяк	2	61	Хлор	2
27	Нафталин	2	62	Хлорбензол	3
28	Никель	4	63	Хлороформ	2
29	Нитрат аммония	4	64	Хлористый водород	2
30	Озон	1	65	Хлорпрен	2
31	Оксид азота	3	66	Хром (VI)	1
32	Оксид углерода	2	67	Хроматы, бихроматы	1
33	Оксид кадмия	1	68	Цинк	3
34	Оксид кобальта	2	69	Цианистый водород	2
35	Оксид цинка	3	70	Щелочи едкие	2
			71	Этилен	2

Внутри производственных помещений железобетонные стены толщиной 10 см снижают концентрацию озона в 250 раз по сравнению с его содержанием в наружном воздухе, стены из кирпича – в 60-95 раз (для сравнения: у оконного стекла этот показатель не превышает 2-3 раза) [1]. Уменьше-

ние концентрации озона способствует ухудшению окисляемости и разрушению ароматических и дурнопахнущих углеводов (фенола, толуола, ксилола и др.).

Закрытые производственные помещения, в результате недостаточного воздухообмена, могут накапливать разнообразные вещества

(в том числе и дурнопахнущие). Отсутствие герметичности резервуаров и подведенных к ним трубопроводов (в результате их физического износа, некачественного изготовления и монтажа, пробоин, осадки грунта и т.д.) приводит к значительным потерям различных веществ, в том числе и дурнопахнущих.

В результате утечек нефтепродуктов на АЗС происходит загрязнение почвы, подземных и поверхностных вод, а также миграция токсичных, взрывоопасных и дурнопахнущих паров нефтепродуктов, и как следствие попадание на территорию расположенных вблизи АЗС зданий. Это может

привести к крупным авариям в результате проникновения паров непосредственно в помещения [6].

По данным печати в России только АЗС общего пользования выбрасывают в течение года более 140 тыс. т паров углеводородов. Такой же объем выбросов в атмосферу паров нефтепродуктов зафиксирован в Германии, Великобритании и других странах ЕС. Но в этих странах, например, в Германии на внедрение систем сбора паров на АЗС при заправке автомобилей инвестировано 1 млрд. марок.

Краткая характеристика воздуха жилых помещений

«Вероятность загрязнения вашего дома внутри в 10 раз больше вероятности загрязнения вашего сада», - сообщается в лондонской газете «Таймс». Изучение 174 жилых помещений в Великобритании, проведенное Учреждением по исследованию в строительстве, показало, что количество паров формальдегида, исходящих от мебели из ДСП и других синтетических материалов, в помещении в 10 раз больше, чем на улице. Воздух в двенадцати проверенных помещениях не соответствовал нормам Всемирной организации здравоохранения. 90% простудных и инфекционных заболеваний приобретаются внутри помещений через воздушную среду.

Воздушная среда туалетных комнат содержит крайне неприятно пахнущий комплекс летучих веществ: сероводорода, метилмеркаптана, аминокислот триптофана со скатолом и другими токсичными веществами – продуктами распада белков. Совместное присутствие в воздухе помещений сероводорода и аммиака вызывает быструю потерю обоняния, а при длительном контакте с ними может возникнуть ингаляционное отравление [7].

Одним из самых больших источников загрязнения воздушной среды помещений являются строительные и отделочные материалы, состоящих прежде всего из полимеров и других веществ. Они дают от 39 до 80% загрязнений воздушной массы в жилых помещениях [8].

К полимерам относятся полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, поливинилхлорид, поливинилацетат, полистирол, полиакрилаты [2], а также аминокальдегидные,

эпоксидные, полиэфирные и кремнийорганические полимеры. Из этих материалов изготавливают изделия для покрытия полов (линолеум, плитки), отделочные изделия, гидроизоляцию, кровлю, герметики, пленки, теплоизоляцию, трубы, клеи, оконные и дверные блоки, элементы сборных домов и пр.

Такие изделия выделяют в атмосферу жилых помещений весьма разнообразные одоранты и токсические соединения (табл. 2): толуол, стирол, формальдегид, фенол, бутанол, ксилол, дибутилфталат, бензол, аммиак, этилацетат и пр.

Люди, пребывающие длительное время в помещениях, насыщенных полимерными материалами, в большей степени подвержены аллергическим и простудным заболеваниям, невралгии, вегетососудистой дистонии и гипертонии. Свежие лакокрасочные покрытия и клейкосодержащие материалы выделяют до 40-70% своих составляющих соединений.

Источниками загрязнения внутренней среды помещений тяжелыми металлами могут быть [1] оштукатуренные поверхности (содержат в 3-5 раз больше свинца, цинка и кадмия, чем почвы крупных промышленных городов); свежие поклейенные обои (содержат хром в количестве до 19 мг/кг, т.е. на уровне ЗПДК); некоторые марки линолеума (содержат до 500 мг/кг свинца) и др.

Специалисты США подсчитали, что хозяйственная деятельность одной семьи в течение недели приводит к образованию 55-60 г опасных веществ, первое место среди которых занимают косметические средства – одоранты.

Приборы для обогрева помещения и приготовления пищи могут выделять за 1 час работы: оксида углерода -15-20 мг/м³ (6 ПДК); формальдегида – 0,03 – 0,04 мг/м³ (10 ПДК); диоксида азота – 0,4 - 0,5 мг/м³ (10 ПДК); бензола – 0,06 – 0,08 мг/м³ (10 ПДК); и др. Кроме того, в процессе жарки при приготовлении пищи выделяются высокотоксичные канцерогенные вещества – одоранты. Такой известный канцероген, как пары бензола (сильный одорант), выделяется аэрозольными чистящими средствами, а также содержится в табачном дыме – еще одном основном загрязнителе помещений. Табачный дым, помимо бензола, содержит ароматические соединения (фенол, ксилол, этилбензол и др.), формальдегид, нитрозоамины, ацетилен, бенз(а)пирен, полоний, оксид углерода, и другие вредные и дурнопахнущие соединения.

Кроме того, человеческий организм также является одним из факторов загрязнения воздушной среды помещений. Он выделяет антропоксины (вещества, образующиеся в организме человека в процессе его жизне-

деятельности), в числе которых насчитывается до 100 различных химических веществ. Они накапливаются в непроветриваемых помещениях, особенно там, где пребывает большое количество людей.

Среди прочих вредных веществ пыль особенно вредна, тем, что она сорбирует различные компоненты воздуха (химические вещества, пыльцу растений, споры) и микроорганизмы (пыльцевые клещи, микробы, вирусы). В 12 граммах пыли живет около 42000 пылевых клещей. Выделению веществ – одорантов в жилых помещениях могут способствовать различные домашние животные (кошки, собаки и пр.).

Дезодоранты-аэрозоли, применяемые для гашения неприятных запахов в помещениях, лишь скрывают эти проблемы. Многие дезодоранты в своем составе имеют газы – бутан, пропан, производные этиленгликоля, растворители, ароматические отдушки. Избавляясь от неприятных запахов, таким путем, человек дополнительно подвергается неблагоприятному воздействию вредных компонентов – дезодорантов (таблица 3).

Таблица 3 – ПДК и пороги обнаружения запаха основных дурнопахнущих веществ

№ п/п	Летучие вещества	ПДК, мкг/м ³		Порог запаха
		Рабочая зона	Селитебная зона	
1	Сероводород	8000	8	14
2	Аммиак	20000	40	32000
3	Метилмеркаптан	800	0,009	0,4
4	Диметилсульфид	50000	80	2,5
5	Уксусная кислота	5000	60	2500
6	Пропионовая кислота	2000	15	61000
7	Масляная кислота	10000	10	400

Сегодня практически невозможно найти квартиру в крупном городе, которая полностью отвечала бы санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам. Состав запаха «здорового» помещения должен быть близок к природному.

Выделение дурнопахнущих веществ от различных производственных помещений, цехов и сооружений приводит к появлению жалоб со стороны населения, проживающего в прилегающих районах, особенно, при неблагоприятных метеорологических факторах. Поэтому данная проблема требует инженерного решения путем внедрения систем

очистки вредных выбросов, сопровождающихся неприятными запахами.

В настоящее время существуют разнообразные газоочистные установки и устройства, в которых используются механические, физические, физико-химические, биологические методы и их комбинации для удаления из воздуха вредных примесей и дурнопахнущих веществ [2].

Нами разработаны мероприятия по предотвращению загрязнения газовыми выбросами дурнопахнущих веществ от различных емкостных сооружений (если позволяет технология производства).

К ним относится устройство перекрытий сооружений (нефтеловушек, отстойников, травильных ванн и пр.), с поверхности которых выделяются вещества с неприятными запахами. Для этого существует множество видов перекрытий из различных материалов: металлов (алюминия, оцинкованного железа и др.), гибких пластмасс, тканей, а также железобетона. Перекрытие может быть выполнено в виде сборно-разборных конструкций (подвесные, надувные и др.) либо жестких неразборных (железобетона).

Сборно-разборные перекрытия выполняются из гибкого пластика, тканей, сотовой конструкции из алюминия, стеклопластиковых элементов коробчатой формы и др., которые могут быть закреплены на металлоконструкциях, а на больших пролетах опираться на металлические фермы. Они могут иметь прямоугольную (для нефтеловушек, горизонтальных отстойников, травильных и промывных ванн и пр.) и радиальную форму (смоломаслоуловителей, радиальных отстойников и др.) (рисунок 1).

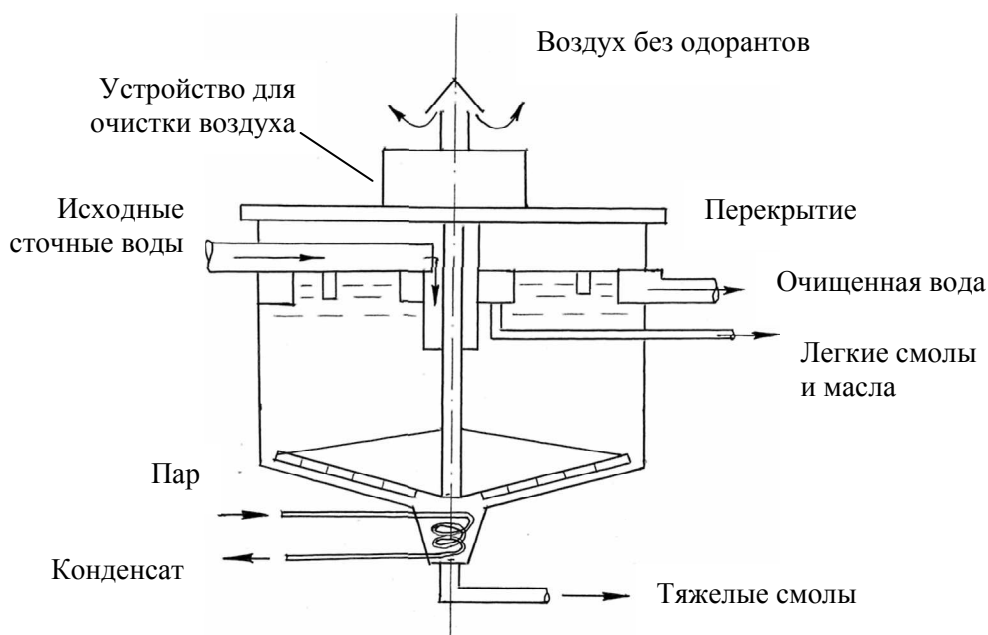


Рисунок 1 – Устройство для очистки воздуха от одорантов на отстойнике-смолоуловителе

Для предотвращения накопления взрывоопасных газов и одорантов через неплотности из-под всех перекрытий сооружений организуется отбор воздуха для его очистки.

Расход воздуха должен обеспечивать концентрацию загрязнений в выбросах, оптимальную для проведения последующей очистки.

Методы очистки выбросов от одорантов

Сорбционный метод. Еще с 1970-х годов прошлого столетия развитые зарубежные страны (Франция, Япония и др.) применяли для контроля запахов адсорбцию выбросов на активных (активированных) углях. Угольные фильтры практически улавливают все токсичные и пахнущие примеси воздуха с молекулярной массой более 40 атомных единиц. Однако, практика показала, что активный уголь слабо сорбирует легкие соединения – типичные для городских и промышленных загрязнений, как окислы азота,

оксид углерода, формальдегид, очень мало поглощает сероводород.

Кроме того, стандартные марки активных углей нуждаются в их активизации (обработке химикатами, щелочами и др.) для повышения сорбционной способности. При несвоевременной замене загрузки фильтров, они становятся источниками выделения токсичных органических веществ и болезнетворных бактерий.

В последние годы в зарубежных странах (США, Нидерланды и др.) применяют не

насыпные фильтры, а адсорберы повышенной проницаемости (High, Flow), в которых воздушный поток движется через слой активного угля перпендикулярно (рисунок 2)

центральной оси адсорбера. Это позволяет, при равных габаритах сооружений, очистить больше воздуха (в 10 раз) и уменьшить сопротивление аппарата.

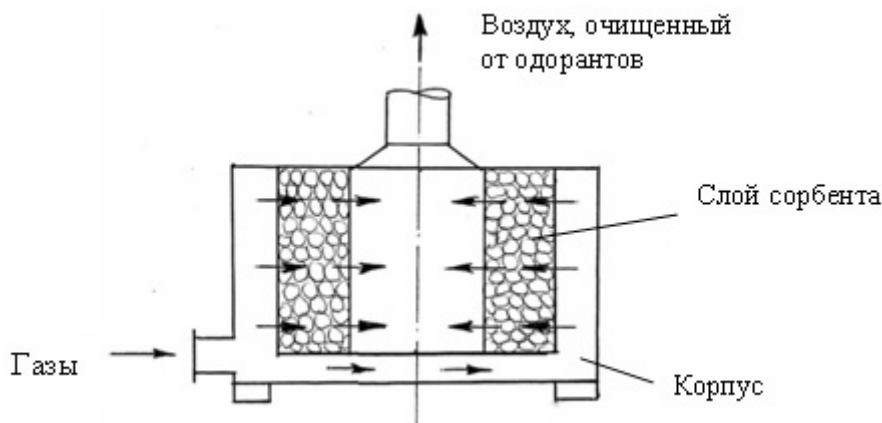


Рисунок 2 – Адсорбер повышенной проницаемости (High Flow)

Адсорбционные фильтры для очистки воздуха от одорантов используются в устройствах фирм Philips (Нидерланды), Honeywell (США), МГУП «Мосводоканал» (Россия) и др.

Электростатический метод. В электроаппаратах под действием высоковольтных разрядов происходит образование озона, который окисляет, а в присутствии катализаторов еще и ускоряет процесс разрушения органических одорантов из высококонцентрированных выбросов. Так, проведенные нами исследования показали, что выброс меркаптанов уменьшается с $4,3 \cdot 10^{-5}$ до $0,1 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ (ПДК выброса для жилой зоны составляет 0,001 – 0,12 мг/м³).

Электрохимическая очистка (иногда ее называют ионизирующей) используется в ряде моделей воздухоочистителей фирм Bionaire (Канада), Honeywell (США), Daikin (Япония), конвертор «Ятаган» (Россия), озонаторах для домашнего использования «Orient Green» и др.

Фотокаталитический метод. В настоящее время этот метод является наиболее эффективным и перспективным.

Принцип действия этого метода основан на том, что на поверхности катализатора под действием ультрафиолетового излучения происходит окисление многих органических веществ до нейтральных соединений или

безвредных компонентов чистого воздуха [9].

Этот метод открыли более 20 лет назад, но серийный выпуск очистителей воздуха начат совсем недавно.

Фотокаталитическая очистка воздуха повторяет естественные фотохимические процессы очистки воздуха в природе – разложение и окисление токсичных примесей и одорантов на поверхности катализатора (платины, палладия, окислов титана и др.) под действием ультрафиолета при комнатной температуре.

За рубежом фотокаталитические устройства для очистки воздуха эффективно работают на заводе по производству взрывчатых веществ, на предприятиях микроэлектроники, в тоннелях, в салонах самолетов фирмы «Боинг», в салонах новых японских автомобилей (Eco Quest International “Healthy living Technologies”). Применяется также в жилых городских помещениях и больницах для подавления патогенной микрофлоры в воздухе, при лечении заболеваний астмы.

На сегодня этот метод очистки воздуха признан специалистами наиболее эффективным, экономичным и экологичным.

Кроме технических способов решения подобных проблем, существует природный метод очистки – зеленые насаждения определенных видов, которые способны усилен-

но поглощать неприятные запахи. В селитебной зоне, граничащей с промышленными предприятиями, зелеными насаждениями общего пользования (парки, скверы и пр.), следует озеленять не менее 70-75% занимаемой территории. Таким образом, необходимо признать, что существующая проблема

нормирования качества воздуха по запахам требует безотлагательного решения. В настоящее время исследования по совершенствованию методов оценки и нормирования запахов продолжаются. Изучение проблем запаха является быстро развивающимся направлением экологической науки.

Перечень ссылок

1. Внутренняя среда помещений: эколого-гигиенические аспекты; Учебное пособие для вузов / Л.Д.Чесанов, А.Г. Шапарь, А.И. Кораблева, В.В. Воробьев. - Днепропетровск: Изд-вл ООО «Днепрост», 2004. - 168 с.
2. Долина Л.Ф. Технология для строителей. Учебное пособие. Часть 1. – Днепропетровск: Континент, 2006. - 256 с.
3. Долина Л.Ф. Вопросы оценки и предотвращения неприятных запахов на железнодорожном транспорте // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта. Тезисы докладов 67-й Международной научно-практической конференции. - Днепропетровск: ДИИТ, 2007. - 224 с.
4. Державні санітарні правила і норми «Вода питна, гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько – питного водопостачання. Затверджено наказом МОЗ України від 23.12.1996 р. №383. Введено в дію від 15.04.1997 р.
5. Окружающая среда и здоровье. Опыт сотрудничества стран – членов СЭВ в решении гигиенических проблем формирования жилой среды / Под ред. проф. Ю.Д. Губенского. – М., 1988.
6. Богаченко Л.Д., Козлова Л.М. Влияние автозаправочных станций на окружающую среду // Проблемы природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 24-27 жовтня 2001 р.; Дніпропетровськ, 2001.- 320 с.
7. Запахи вашего дома // Экология и жизнь. – 2007. - № 2 (63). – С. 69-71.
8. Екологія житла. Радіоактивність житла: Навчальний посібник /О.М. Пшінько, Л.Ф. Долина, О.М. Пристинська: - Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, 2007. - 176 с.
9. Enhanced biodegradability of UV and VUV pre-treated natural organic matter // W.Buchanan, F.Roddick, N.Porter, M.Drikas // Water Supply.2004. - V. 4. - № 4.

L.F. Dolina *, **CONTAMINATION OF AIR ENVIRONMENT**
T.T. Danko **, *V.V. Belyaeva* * **OF APARTMENTS BY UNPLEASANT SMELLS**
AND METHODS OF THEIR REMOVAL

* *Dnepropetrovsk National University of Railways Transport named by Academician;*

** *Institute of Problems on Nature Management and Ecology National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepropetrovsk*

The analysis of the modern state of problem of contamination of air unpleasant smells is executed. The methods of cleaning of air are considered.

*Надійшла до редколегії 30 жовтня 2008 р.
 Рекомендована членом редколегії канд.геол.-мін.наук О.К. Тяпкіним*

УДК 631.416.1:631.416.2

*Т.Ф.Яковишина***ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ
СОРБЕНТ-МЕЛІОРАНТІВ НА
АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ
РОДЮЧОСТІ ПРИ ДЕТОКСИКАЦІЇ
ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ҐРУНТІ***Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,
Дніпропетровськ*

Вивчено токсичний вплив важких металів і стабілізуючу дію сорбент-меліорантів на агрохімічні показники родючості чорнозему звичайного. Забруднення ґрунту важкими металами сприяло збільшенню амонійних та нітратних форм азоту, рухомих форм калію, при зниженні вмісту мінеральних форм фосфору та ступеня рухомості фосфатів в ґрунтовому розчині. Навпаки, застосування сорбент-меліорантів призводило до зменшення нітратів та підвищення вмісту рухомих фосфатів в ґрунті.

Изучено токсичное влияние тяжелых металлов и стабилизирующее действие сорбент-мелиорантов на агрохимические показатели плодородия чернозема обыкновенного. Загрязнение почвы тяжелыми металлами способствовало увеличению аммонийных и нитратных форм азота, подвижных форм калия, при снижении содержания минеральных форм фосфора и степени подвижности фосфатов в почвенном растворе. Наоборот, применение сорбент-мелиорантов приводило к уменьшению нитратов и увеличению содержания подвижных фосфатов в почве.

Вступ

Значний техногенний пресинг на навколишнє середовище сприяє глобальному характеру забруднення важкими металами (ВМ). Надходячи у ґрунт в надлишкових кількостях ВМ здатні змінювати його властивості, що в першу чергу відбивається на біологічних та біохімічних процесах, і вже потім, як наслідок, призведе до зміни вмісту рухомих форм елементів мінерального живлення рослин, тобто до втрати родючості. Для детоксикації ВМ в техногенно забруд-

нених чорноземах звичайних запропоновано багато методів [1-3], але найбільший ефект спостерігається при поєднанні внесення сорбент-меліорантів, з вирощуванням сільськогосподарської культури-фітостабілізатора, толерантної до дії цих токсикантів. Тому метою роботи була екологічна оцінка впливу сорбент-меліорантів на агрохімічні показники родючості, насамперед, на рухомість макроелементів, при хімічній детоксикації ВМ в ґрунті.

Умови та методика проведення досліджень

Дослідження проводились протягом 2003-2005 рр. на Ерастівській дослідній станції Інституту зернового господарства УААН. Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий, з наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу (за І.В. Тюрніним) 3,5–4,0%, загального азоту 0,20–0,23%, фосфору 0,10–0,12%, валовий вміст калію 2,0–2,3%. Кількість легкогідролізованого азоту (за І.В. Тюрніним і М.М. Кононовою) 10,0 – 11,4 мг на 100 г сухого

ґрунту при можливості поповнення його доступних форм за рахунок нітрифікаційної здатності (за Кравковим) – 2,4–2,8 мг на 100 г ґрунту. Вміст рухомих форм фосфору в орному шарі становить 8,8–9,8 мг, калію 14,3–15,4 мг у 100 г ґрунту (метод Ф.В. Чирікова). Валовий вміст мікроелементів такий: Zn – 38,8–40,4; Mn – 473,0–484,0; Cu – 12,5–14,2; Co – 8,0–8,3; Fe – 835,0–845,0; Pb – 32,4–33,1; Cd – 0,38–0,39 мг/кг ґрунту і відповідно рухомих форм, що складають невеликий відсоток від валових: рухомого Zn – 0,96–1,20; Cu – 0,13–0,15; Co – 0,42–0,48; Mn – 57,5–63,8; Fe – 27,6–28,0; Pb

– 0,05–0,10; Cd – 0,10–0,11 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,75).

В орному шарі ґрунту моделювали дуже небезпечний рівень забруднення ВМ (за В.Б.Льїним, 1995) у 5 ГДК. Аерогенне забруднення ґрунту здійснювали шляхом обприскування водним розчином нітратних солей Cd, Pb і Zn з наступною заробкою в ґрунт під передпосівну культивуацію. У мікропольовому досліді як культуру-фітостабілізатор використовували просо сорту Миронівське 51 [4], а як меліоранти – органо-мінеральні добрива (ОМД) (1,5 ц/га), крейду (1,5 ц/га), біогумус (1,0 ц/га), K_2S та K_2CO_3 з розрахунку в 1,5 раза більше необхідної кількості для повного хімічного зв'язування катіонів VM^{2+} у ґрунті. Технологія вирощування проса загальноприйнята для

зони. Площа ділянки складала 1 м^2 , ширина захисних смуг – 1,0 м, повторність досліду чотириразова. Буферну здатність ґрунту визначали згідно методики В.Б.Льїна [5]. Зміну агрохімічних показників родючості чорнозему звичайного вивчали за методами: вміст амонійного азоту – за Неслером колориметрично; нітратного азоту – спектрофотометрично; рухомих форм фосфору і калію – за Чириковим; ступінь рухомості фосфатів – за Карпінським і Замятіною; рухомих форм ВМ – у витягу ААБ рН 4,8 на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.

Математична обробка експериментальних даних здійснювалась методами дисперсійного та регресійного аналізів згідно з методиками Б.А.Доспехова (1985) та Г.Ф.Лакіна (1990) з використанням пакета Excel-97.

Результати досліджень

Вміст в ґрунті рухомих форм ВМ визначався буферною здатністю чорнозему звичайного, дією сорбент-меліорантів та виносом рослинами, який залежав від ступеня толерантності сільськогосподарської культури. Просо сорту Миронівське 51 – сильний фітостабілізатор, тому винос ВМ істотно не впливав на рівень рухомості цих токсикантів в ґрунті [4]. Буферна здатність ґрунту, яка відображає його екологічний потенціал інактивації катіонів VM^{2+} , за сумою балів: вміст гумусу – 4,0 (3,5 балів), фізичної глини – 57,0 % (15 балів), R_2O_5 – 5,5 (7 балів), карбонатів – 0,4 (1,5 балів), рН – 6,75 (10 балів) відповідала підвищеному ступеню буферності (37 балів).

Внесені меліоранти зв'язували рухомі форми ВМ і тим самим перешкоджали їх поглинанню кореневою системою рослин (таблиця 1). Серед вивчаємих сорбент-меліорантів найбільш ефективними виявились K_2CO_3 та K_2S , які знижували вміст рухомого Pb^{2+} в ґрунті в середньому на 58 %, Cd – 64 %, Zn – 61 % в порівнянні до забруднених варіантів, а найменш ефективним внесення крейди, що пояснюється її недостатньою кількістю для повного зв'язування VM^{2+} . При визначенні дози внесення крейди було б доцільно користуватися методикою розрахунку K_2CO_3 та K_2S , тобто брати еквівалентно до рівня забруднення. ОМД, принцип дії яких міститься в зв'язуванні рухомих

форм ВМ органічною складовою і використанням рослинами, як додаткового джерела живлення мінеральної складової цих добрив, проте, як і біогумус, займали середню позицію, вміст рухомого Cd знижувався до 49 %, Pb – 41 %, Zn – 43 %.

Забруднення ґрунту ВМ порушувало співвідношення між $N-NH_4$ та $N-NO_3$, що пов'язано з інтенсивністю мікробіологічних процесів мобілізації та іммобілізації цього елемента. Крім того збільшення $N-NH_4$ на 11,1–25,6 % в порівнянні з контролем 5,1 мг/100 г ґрунту може бути наслідком витіснення катіонами VM^{2+} необмінно закріпленого NH_4^+ із ГПК (таблиця 2). Не дивлячись на інгібування процесу нітрифікації кількість нітратів на забруднених ВМ варіантах в нашому випадку не зменшувалась тому що, по-перше, активність бактерій денітрифікаторів *Pseudomonas*, *Micrococcus* та інш., пригнічувалась ще в більшій мірі, а, по-друге, кількістю аніона, який надійшов з нітратною формою забруднювача $VM(NO_3)_2$. Так, з розрахунку на 1 м^2 надходило на варіант з Cd – 5,9 г, Pb – 33,6 г, Zn – 335,8 г NO_3^- . В порівнянні із значенням на контролі 1,83 мг/100 г ґрунту, вміст $N-NO_3$ збільшувався до 26 %. Протягом всього періоду вегетації спостерігалось інтенсивне поглинання азотмістячих сполук кореневою системою рослин, і, як наслідок, збільшення вмісту цього елемента в рослинах, відомо що білковий

азот виконує захисну функцію, а саме: бере участь в детоксикації ВМ в рослинній тканині.

Внесення меліорантів сприяло зменшенню амонійного та нітратного азоту в ґрунті

порівняно до показників забруднених варіантів. В найбільшій мірі це відзначалось при внесенні K_2CO_3 , K_2S та біогумусу, не дивлячись на те, що останній містить в своєму складі 9 % обмінного азоту.

Таблиця 1 - Вміст рухомих форм ВМ в орному шарі при застосуванні сорбент-меліорантів (середнє за 2003-2005 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант	ВМ			
	2003 р.	2004 р.	2005 р.	Середнє
Кадмій				
Контроль	0,10	0,11	0,11	0,11
Cd	7,79	7,61	7,49	7,60
Cd + ОМД	4,09	3,87	3,61	3,89
Cd + біогумус	3,86	3,68	3,38	3,67
Cd + крейда	4,66	4,44	4,18	4,46
Cd + K_2CO_3	2,89	2,69	2,44	2,70
Cd + K_2S	2,97	2,74	2,51	2,77
Fфакт	59,8	67,9	67,0	
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	
НСР _{0,95} , мг/кг	0,19	0,11	0,24	
P, %	0,94	0,95	2,09	
Свинець				
Контроль	0,06	0,08	0,07	0,07
Pb	82,90	82,60	82,00	82,50
Pb + ОМД	59,40	58,80	58,50	58,90
Pb + біогумус	53,10	52,50	52,20	52,60
Pb + крейда	64,60	64,30	63,70	64,20
Pb + K_2CO_3	34,90	34,60	34,00	34,50
Pb + K_2S	35,40	34,80	34,50	34,90
Fфакт	92,3	91,6	85,4	
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	
НСР _{0,95} , мг/кг	0,34	1,00	0,80	
P, %	0,24	0,61	0,52	
Цинк				
Контроль	0,98	1,10	1,23	1,12
Zn	207,20	205,6	204,30	205,70
Zn + ОМД	142,30	140,70	139,40	140,80
Zn + біогумус	121,80	120,20	118,90	120,30
Zn + крейда	156,00	154,70	153,10	154,60
Zn + K_2CO_3	81,40	80,10	78,50	80,00
Zn + K_2S	81,90	80,40	79,20	80,50
Fфакт	505,9	200,9	139,2	
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	
НСР _{0,95} , мг/кг	3,30	5,12	2,81	
P, %	0,87	1,36	0,75	

Таблиця 2 - Агрохімічні показники родючості чорнозему звичайного, середнє 2003-2005 рр.

Варіант	N-NH ₄ , мг/100 г грунту	N-NO ₃ , мг/100 г грунту	Рухомий фосфор, мг/100 г грунту	Ступінь рухомості фосфатів, мг/1 л грунтового розчину	K ₂ O, мг/100 г грунту
Контроль	5,10	1,83	10,0	0,0700	15,3
Cd	5,73	2,04	8,7	0,0624	15,6
Cd + ОМД	4,98	1,83	9,8	0,0725	15,2
Cd + біогумус	4,47	1,81	9,8	0,0675	15,0
Cd + крейда	5,42	1,86	9,2	0,0660	15,1
Cd + K ₂ CO ₃	4,64	1,72	9,7	0,0695	15,8
Cd +K ₂ S	4,61	1,71	9,8	0,0687	15,8
Ффакт	308,0-355,2	35,1-107,7	3,0-138,7	3,0-102,8	31,5-59,7
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
НСР _{0,95} , мг/100 г	0,08-0,10	0,03-0,05	0,1-0,2	0,0005- 0,0034	0,1-0,2
P, %	0,51-0,58	0,43-0,82	0,41-0,57	0,23-2,65	0,15-0,40
Контроль	5,10	1,83	10,0	0,0700	15,3
Pb	6,30	2,17	8,6	0,0620	15,7
Pb + ОМД	4,85	1,84	9,7	0,0720	15,3
Pb + біогумус	4,45	1,83	9,8	0,0660	15,1
Pb + крейда	5,29	1,86	9,2	0,0650	15,2
Pb + K ₂ CO ₃	4,53	1,73	9,7	0,0688	16,0
Pb +K ₂ S	4,38	1,72	9,8	0,0685	16,0
Ффакт	81,8-338,7	99,4-283,8	121,9-172,0	3,3-48,3	68,6-128,2
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
НСР _{0,95} , мг/100 г	0,04-0,08	0,04-0,05	0,1-0,2	0,0006- 0,0060	0,1-0,2
P, %	0,22-0,48	0,64-0,84	0,34-0,49	0,28-2,71	0,20-0,34
Контроль	5,10	1,83	10,0	0,0700	15,3
Zn	6,73	2,31	8,5	0,0618	15,9
Zn + ОМД	4,56	1,84	9,8	0,0745	15,3
Zn + біогумус	4,30	1,84	9,9	0,0681	15,1
Zn + крейда	5,19	1,87	9,3	0,0675	15,2
Zn + K ₂ CO ₃	4,25	1,72	9,8	0,0698	16,0
Zn +K ₂ S	4,06	1,80	9,9	0,0693	16,0
Ффакт	550,6-853,4	95,0-138,3	138,9-207,7	3,9-95,0	61,9-91,0
F _{0,05}	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
НСР _{0,95} , мг/100 г	0,03-0,04	0,04-0,09	0,1	0,0014- 0,0063	0,2
P, %	0,20-0,25	0,57-1,01	0,31-0,39	0,61-2,75	0,28-0,32

Можна припустити, що таке зменшення N-NH₄ пояснюється нездатністю VM²⁺ витіснити необмінно закріплений N-NH₄ із ГПК за рахунок зв'язування їх катіонів в першому випадку в слабо розчинні карбонати і сульфідні, а в другому – в складні органічні

комплекси. Стосовно азотмістятьх сполук були встановлені залежності зменшення рухомості N-NH₄ та N-NO₃ при усуненні токсичного впливу VM²⁺, які задовільно описувались рівняннями регресії:

$$N-NO_3=0,009Cd_{\text{пф}}^2-0,042Cd_{\text{пф}}+1,811, \quad R^2=0,858; \quad (1)$$

$$N-NO_3=9E-07Pb_{\text{пф}}^3+4E-05Pb_{\text{пф}}^2-0,005Pb_{\text{пф}}+1,829, \quad R^2=0,981; \quad (2)$$

$$N-NO_3=3E-05Zn_{\text{пф}}^2+0,003Zn_{\text{пф}}+1,853, \quad R^2=0,858; \quad (3)$$

$$N-NH_4=-0,025Cd_{\text{пф}}^3+0,327Cd_{\text{пф}}^2-0,955Cd_{\text{пф}}+5,214, \quad R^2=0,831; \quad (4)$$

$$N-NH_4=4E-06Pb_{\text{пф}}^3-0,03Pb_{\text{пф}}+5,11, \quad R^2=0,964; \quad (5)$$

$$N-NH_4=1E-07Zn_{\text{пф}}^3-0,024Zn_{\text{пф}}+5,133, \quad R^2=0,984; \quad (6)$$

де $N-NH_4$ – вміст амонійного азоту в ґрунті, мг/100 г ґрунту; $N-NO_3$ – вміст нітратного азоту в ґрунті, мг/100 г ґрунту; $Cd_{\text{пф}}$ – вміст рухомого кадмію в ґрунті, мг/кг; $Pb_{\text{пф}}$ – вміст рухомого свинцю в ґрунті, мг/кг; $Zn_{\text{пф}}$ – вміст рухомого цинку в ґрунті, мг/кг.

Забруднення ґрунту ВМ сприяло зниженню, як рухомого фосфору на 14,0-15,0 % (метод Чирикова), так і ступеня рухомості фосфатів на 10,6-16,2 % (метод Карпинського і Зам'ятіної) порівняно із значенням контрольного варіанту 10,0 мг/100 г ґрунту і 0,07 мг/л ґрунтового розчину (див. таблицю 2). Зменшення кількості P_2O_5 пояснювалось природною буферною здатністю чорнозему звичайного переводити ВМ в малорухомий стан, за рахунок закріплення педогенними фосфатами.

Практично всі фосфати ВМ є нерозчинними або слабко розчинними в воді та ґрунтовому розчині сполуками отже саме це пояснює зменшення їх вмісту в забрудненому

ґрунті. При детоксикації забрудненого ВМ ґрунту спостерігалась тенденція збільшення рухомих форм фосфору і ступеня рухомості фосфатів до рівня контрольного варіанту. На варіантах із внесенням біогумусу та ОМД, це пояснюється їх хімічним складом до якого входить P_2O_5 (біогумус – 1,3 %, ОМД – 13,5 %) і утворенням кінетичних сполук, в наслідок чого фосфати ґрунту менше зв'язують ВМ, відбувається мобілізація потенційно доступного рослинам фосфору. На варіантах з $CaCO_3$, K_2CO_3 і K_2S відбувається зв'язування ВМ в важкорозчинні сполуки $VMCO_3$ та VMS , K^+ використовується рослиною, Ca бере участь в утворенні гуматів і підвищує стійкість ґрунтових колоїдів, а збільшення P_2O_5 пояснюється підкислюючою дією аніону NO_3^- та підвищенням активності фосформобілізуючих бактерій. Процес збільшення рухомого фосфору в ґрунті при усуненні надлишку катіонів VM^{2+} задовільно описувався рівнянням регресії:

$$P_2O_5=0,004Cd_{\text{пф}}^3-0,071Cd_{\text{пф}}^2+0,107Cd_{\text{пф}}+9,976, \quad R^2=0,878; \quad (7)$$

$$P_2O_5=-8E-06Pb_{\text{пф}}^3-0,02Pb_{\text{пф}}+9,994, \quad R^2=0,931; \quad (8)$$

$$P_2O_5=-6E-05Zn_{\text{пф}}^2+0,005Zn_{\text{пф}}+9,9922, \quad R^2=0,931; \quad (9)$$

де P_2O_5 – вміст рухомого фосфору в ґрунті, мг/100 г ґрунту.

Вивчаємий в досліді чорнозем звичайний містив 14,4-15,3 мг/100 г ґрунту рухомого калію (див. таблицю 2). В ряді активності металів катіони Cd^{2+} , Pb^{2+} і Zn^{2+} більш активні чим K^+ і можуть витискати його з ГПК. Цим і пояснюється збільшення рухомого калію в середньому на 5 % в ґрунті забруднених ВМ варіантів. Вміст рухомого калію на забруднених ділянках визначався хімічними властивостями (іонний радіус, здатність до комплексоутворення) та кількістю метала-токсиканта, що надійшов до ґрунту.

Внесення сорбент-меліорантів, які містять в своєму складі K^+ (K_2CO_3 , K_2S) сприяло збільшенню вмісту обмінного калію, в той час як біогумус та органічна складова ОМД – закріпленню цього макроелемента в необхідні форми, крім того цей процес посилювався при підсиханні ґрунту за рахунок адсорбції його на поверхні ґрунтових колоїдів.

В умовах Північного Степу України, клімат якого характеризується частими та тривалими засухами протягом вегетації різке зменшення рухомого калію в ґрунті може викликати дисбаланс в системі мінерального живлення в критичний період росту рослин,

що особливо сильно проявляється на техногенно забруднених ґрунтах і призведе до

втрати врожаю та зниженню якості продукції.

Висновки

1. Встановлено токсичну дію катіонів BM^{2+} на агрохімічні показники родючості ґрунту, а саме: збільшення амонійних та нітратних форм азоту, рухомих форм калію; зниження вмісту мінеральних форм фосфору та ступеня рухомості фосфатів в ґрунтового розчині.

2. Виявлено стабілізуючий ефект від за

стосування сорбент-меліорантів для детоксикації BM в ґрунті, який проявлявся в зменшенні нітратів та підвищенні вмісту рухомих фосфатів.

3. Отримано рівняння регресії збільшення рухомого фосфору та, навпаки, зменшення рухомості $N-NH_4$ та $N-NO_3$ при усуненні токсичного впливу BM^{2+} .

Перелік посилань

1. Байдина Н.Л. Инактивация тяжелых металлов гумусом и цеолитами в техногенно загрязненной почве // Почвоведение. – 1994. – № 9. – С. 121–125.

2. Васильев А.Н., Мартыненко А.И. Современные подходы к решению проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 5. – С. 47–53.

3. Пат. 55960 А Україна, МКИ С 09 К 17/02. Спосіб зниження рухомих форм важких металів в техногенно забрудненому ґрунті: Пат. 55960 А. Україна, МКИ С 09 К 17/02 / С.М.Крамарьов; С.І.Нейковський; Т.Ф.Яковишина. – Бюл. № 4; Заявл. 15.08.2002; Опубл. 15.04.2003. – 3 с.

4. Яковишина Т.Ф. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины: Дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. – Днепропетровск, – 2006. – 226 с.

5. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // Агрохимия. – 1995. – № 10. – С. 109–113.

T.F. Yakovyshyna **ECOLOGICAL ESTIMATION OF THE SORBENT-MELIORANT INFLUENCE TO THE FERTILITY AGROCHEMICAL INDEXES BY THE DETOXICATION OF THE HEAVY METALS IN THE SOIL**

*Predneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Dnipropetrovsk*

The toxic effect of the heavy metals and stabilized act of the sorbent-meliorant to the fertility agrochemical indexes of the common black earth has been studied. The contamination of the soil by the heavy metals has promoted to increasing available potassium, ammonium and nitrate nitrogen and decreasing of the phosphorus available forms and degree of the phosphate availability in the soil solution. The application of the sorbent-meliorant has led to decreasing of the nitrates and increasing phosphorus available forms in the soil.

*Надійшла до редколегії 10 квітня 2008 р.
Рекомендовано членом редколегії канд.геол.-мін.наук О.К. Тяпкіним*

УДК 577.471

М.А. Ємець

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО
МОНІТОРИНГУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Проведено аналіз систем моніторингу навколишнього середовища. Надано характеристику сучасного стану державної системи моніторингу навколишнього середовища в Україні. Запропоновано основні напрямки її вдосконалення.

Проведен анализ систем мониторинга окружающей среды. Предоставлена характеристика современного состояния государственной системы мониторинга окружающей среды в Украине. Предложены основные направления ее усовершенствования.

1. Визначення та класифікація систем моніторингу

Основне завдання екологічних досліджень полягає в накопиченні, систематизації та аналізі інформації про кількісний характер взаємообмін між живими організмами і місцем їх існування з метою отримання наступних результатів:

- оцінки якості екосистем, що вивчаються (зрештою – з погляду можливості їх використання людиною);
- виявлення причин спостережуваних і вірогідних структурно-функціональних змін біотичних компонентів та адресна індикація джерел і чинників негативної зовнішньої дії;
- прогнозу стійкості екосистем і допустимості змін та навантажень на середовище в цілому;
- оцінки існуючих резервів біосфери і тенденцій в їх вичерпанні (накопиченні).

Спосіб пізнання, заснований на відносно тривалому цілеспрямованому та планомірному сприйнятті предметів і явищ навколишньої дійсності, вже давно застосовується в різних видах наукової та практичної діяльності людини.

Термін “моніторинг” з’явився перед проведенням Стокгольмської конференції ООН по навколишньому середовищу в 1972 р. Під моніторингом домовилися вважати систему безперервного спостереження, вимірювання і оцінки стану навколишнього середовища. На думку російського дослідника-географа І.П. Герасимова [1] об’єктом загального моніторингу «є багатокомпонентна сукупність

природних явищ, схильна до різноманітних природних динамічних змін і що випробовує різноманітні дії та перетворення її людиною».

Моніторинг навколишнього середовища – комплексна система спостережень, оцінки і прогнозу змін природних середовищ, природних ресурсів, рослинного і тваринного світу, що дозволяють виділити зміни їх стану і процеси, що відбуваються в них, під впливом антропогенної діяльності [2]. Із самого початку в трактуванні моніторингу виявилися дві точки зору. Багато зарубіжних дослідників пропонували здійснювати «систему безперервних спостережень одного або декількох компонентів навколишнього середовища із заданою метою і за спеціально розробленою програмою». Інша точка зору [3] пропонувала розуміти під моніторингом тільки таку систему спостережень, яка дозволяє виділити ті зміни стану біосфери, що відбуваються тільки під впливом антропогенної діяльності (тобто, моніторинг антропогенних змін навколишнього природного середовища).

В процесі моніторингу передбачається послідовна реалізація двох завдань:

- забезпечується постійна оцінка "комфортності" умов місця існування людини і біологічних об’єктів (рослин, тварин та ін.), а також оцінка стану і функціональної цілісності екосистем;
- створюються умови для визначення дій, які корегують в тих випадках, коли ці-

льові показники критеріїв оцінки якості середовища не досягаються.

Слід прийняти до уваги, що сама система моніторингу не включає діяльність по управлінню якістю середовища, але є джерелом необхідної інформації для прийняття та ухвалення екологічно значущих рішень

(рисунок 1). Існують різні підходи до класифікації екологічного моніторингу: по характеру завдань, що вирішуються, рівнях організації, природних середовищах, за якими ведуться спостереження та ін. Один з варіантів класифікації, якого ми притримуємося, представлений на рисунку 2.

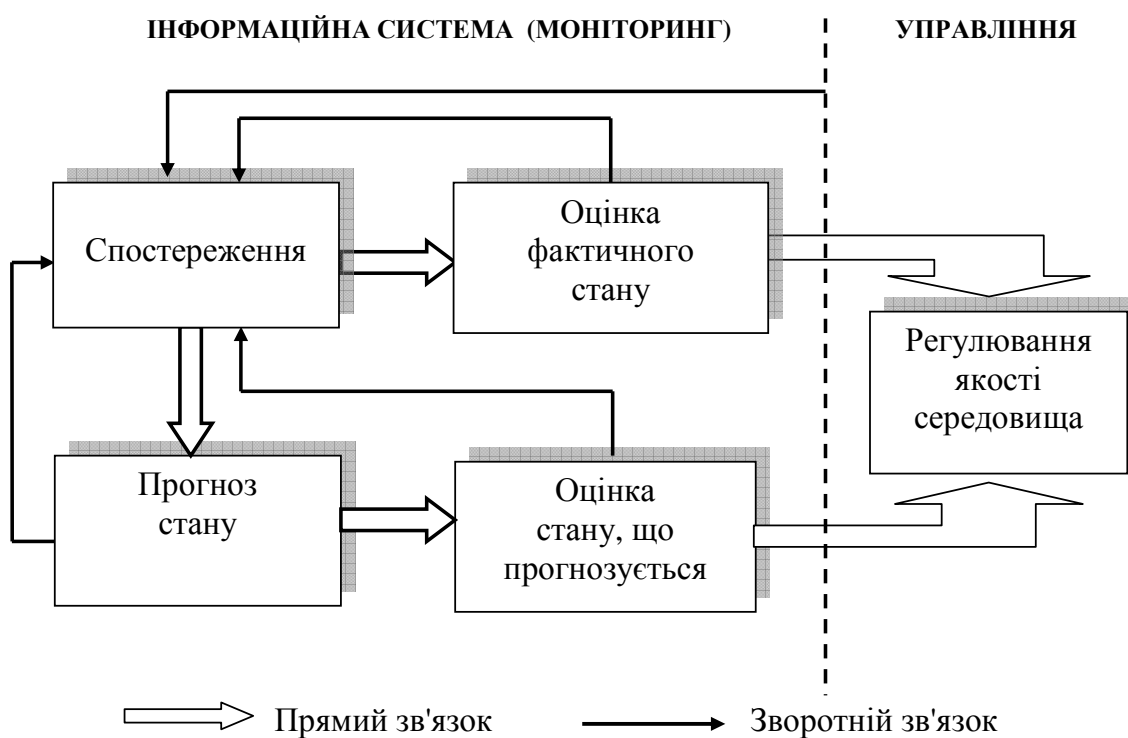


Рисунок 1 - Блок-схема системи моніторингу [3]

Система моніторингу реалізується на декількох рівнях:

- *імпаکتному* (вивчення потужних дій в локальному масштабі, направлене, наприклад, на оцінку скидань або викидів конкретного підприємства);
- *регіональному* (виявлення проблем міграції і трансформації забруднюючих речовин, сумісної дії різних чинників, характерних для екосистем в масштабі регіону);
- *фоновому*, що здійснюється на базі біосферних заповідників та інших місць, де виключена всяка господарська діяльність (має на меті зафіксувати фоновий стан навколишнього середовища, що необхідне для подальших оцінок рівнів антропогенної дії).

За своїм структурно-функціональним складом моніторинг навколишнього середовища об'єднує в собі всі необхідні компоненти: приладово-апаратне забезпечення, сис-

тему організації вимірювань і сукупність методик аналізу результатів спостережень, необхідних для реалізації функцій, наведених на рисунку 3.

Моніторинг охоплює широкий спектр аналізу спостережень за зміною абіотичної біосфери і реакцією екосистем на ці зміни, включаючи як геофізичні, так і біологічні аспекти, що визначає широкий спектр методів і прийомів досліджень, використовуваних при його здійсненні. У літературі, як його синонім, часто зустрічається вислів "екологічний моніторинг", де під терміном "екологія" розуміється не конкретний науковий напрям, окреслений Е.Геккелем, а "енвайронментологія" (від англійського «environmentology» або біосферологія), як теоретична основа раціонального природокористування [6].

Моніторинг джерел впливу	Джерела впливу		
Моніторинг факторів впливу	Фактори впливу		
	-----	-----	-----
	Фізичні	Біологічні	Хімічні
Моніторинг стану біосфери	Природні середовища		
	-----		-----
	Атмосфера Літосфера Ґрунти	Водне середовище (поверхневі та підземні води)	Біота
	Геоекологічний моніторинг		Біологічний моніторинг

Рисунок 2 - Загальна класифікація систем моніторингу (за джерелом [4] з уточненнями)

Функції					
Завдання				Цілі	
<i>Спостереження</i>	<i>Виявлення</i>	<i>Аналіз</i>	<i>Моделювання</i>	<i>Оцінка</i>	<i>Прогноз</i>
За станом навколишнього середовища	Змін навколишнього середовища, пов'язаних з діяльністю людини	Спостережуваних змін	Змін екологічної ситуації	Стану навколишнього середовища	Передбачуваних змін стану навколишнього середовища

Рисунок 3 - Функції моніторингу стану навколишнього середовища [5]

Оскільки живі організми замикають на себе всі процеси, що протікають в екосистемі, ключовим компонентом моніторингу навколишнього середовища (рисунок 4) – є моніторинг стану біосфери або біологічний моніторинг, під яким розуміють систему спостережень, оцінки і прогнозу будь-яких змін в біотичних компонентах, викликаних

чинниками антропогенного походження [7,8] і що проявляються на рівнях організмів, популяцій та екосистем.

То ж слід зазначити, що зараз відсутнє науково обґрунтоване визначення поняття «соціального або соціо-екологічного моніторингу».

2. Сучасний стан державної системи моніторингу навколишнього середовища в Україні

З питань моніторингу навколишнього середовища в Україні створена достатньо широка нормативно-правова база. На виконання статті 22 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.91 р. постановою Кабінету Міністрів України (КМУ) від 23.09.93 р. № 785 затверджене «Положення про державний моніторинг навколишнього середовища», яким встановлювалися основні завдання системи державного моніторингу, її структура, рівні, організаційні основи, порядок функціонування і т.д.

Постановою КМУ від 30.03.98 р. № 391 затверджене «Положення про державну систему моніторингу навколишнього середовища», яке врахувало досвід робіт в системі державного моніторингу, визначило порядок

створення і функціонування державної системи моніторингу навколишнього середовища (ДСМНС).

Постановою КМУ від 16.05.01 р. № 528 в Положення внесли деякі зміни, які передбачають посилення організації і координації діяльності суб'єктів ДСМНС шляхом створення спеціальної Міжвідомчої комісії з питань моніторингу навколишнього середовища, розробки останніми відомчих нормативних документів щодо порядку здійснення ними моніторингу навколишнього середовища, уточнення відповідних показників, по яких здійснюється моніторинг навколишнього середовища, і узгодження цих положень з Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (Мінприроди) і їх відповідну реєстрацію.

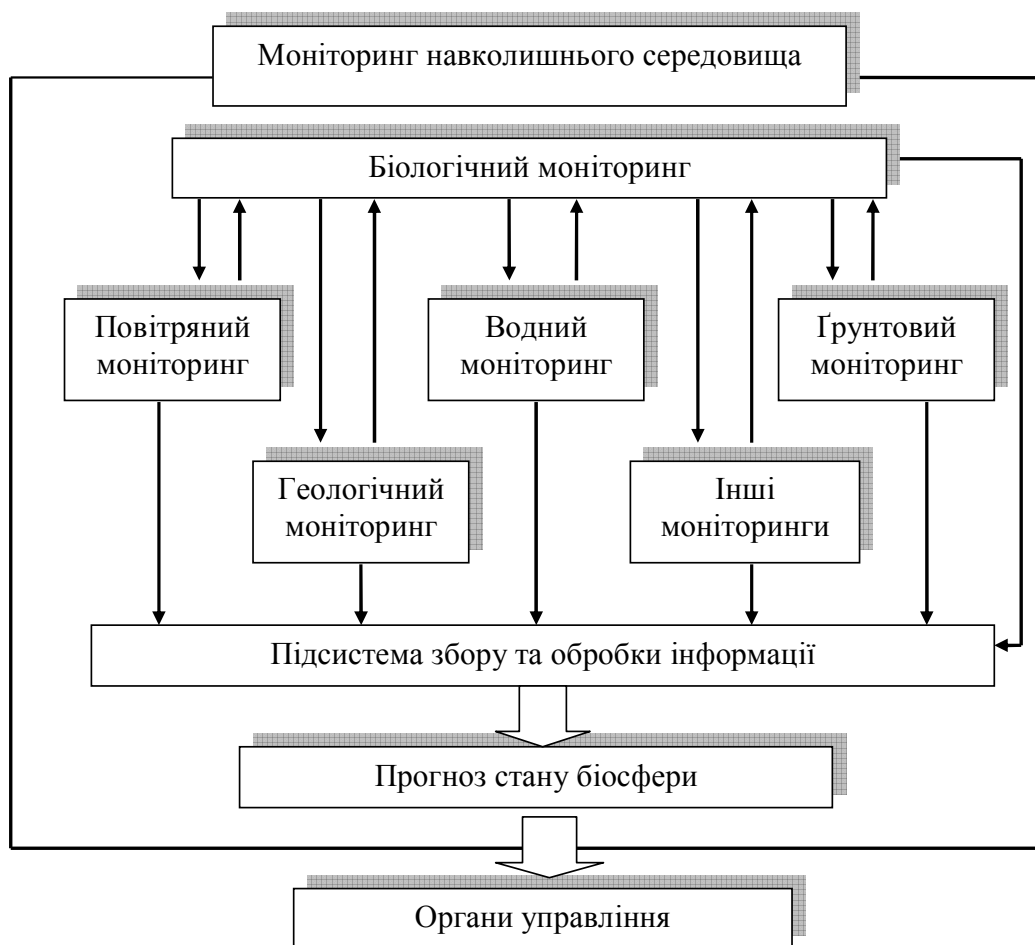


Рисунок 4 - Підсистеми екологічного моніторингу

ДСМНС (рисунок 5) [9, 10] є системою спостережень, збору, обробки, передачі, збереження і аналізу інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування її змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для ухвалення рішень про запобігання негативним змінам стану навколишнього середовища і дотримання вимог екологічної безпеки.

ДСМНС - це складова частина національної інформаційної інфраструктури, яка є відкритою інформаційною системою, а пріоритети функціонування – захист життєво важливих екологічних інтересів людини і суспільства, збереження природних екосистем, запобігання кризовим змінам екологічного стану навколишнього середовища і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

ДСМНС базується на використанні існуючих організаційних структур суб'єктів моніторингу і функціонує на основі єдиного нормативного, організаційного, методологічного та метрологічного забезпечення, об'єднання складових частин і уніфікованих компонентів цієї системи. Організаційна інтеграція суб'єктів системи моніторингу на

всіх рівнях здійснюється органами Мінприроди на основі загальнодержавної і регіональних (місцевих) програм моніторингу, які складаються з програм відповідних рівнів, представлених суб'єктами системи моніторингу.

Аналіз діючої в Україні системи моніторингу навколишнього середовища показує, що вона ще не стала важливим інструментом ефективного управління якістю навколишнього природного середовища, своєчасного попередження про шкідливу дію забруднювачів на атмосферне повітря, води, ґрунти, здоров'я і добробут населення, а також широкого інформування громадськості про стан і тенденції зміни навколишнього природного середовища.

Діюча система державного моніторингу лише частково забезпечує отримання точної і достовірної кількісної інформації про поточні рівні шкідливих або потенційно шкідливих речовин в навколишньому природному середовищі. Для діючої системи моніторингу не стало основним призначенням ініціація управлінських заходів для захисту, збереження і відновлення якості навколишнього природного середовища тощо.

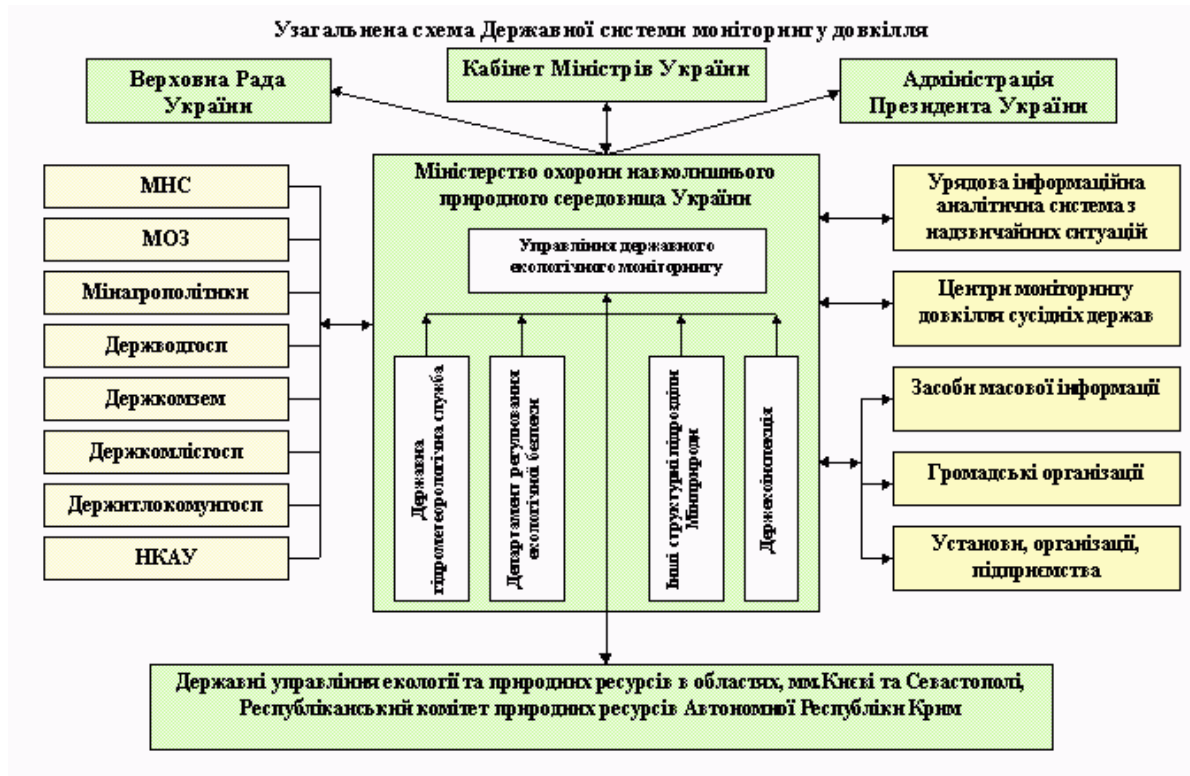


Рисунок 5 – Схема Державної системи моніторингу довкілля [10]

3. Основні напрямки удосконалення державної системи моніторингу навколишнього середовища

За зразок ефективно діючої системи екологічного моніторингу може бути прийнята розроблена в Дніпропетровській області система екологічного моніторингу СЕМ «Придніпров'я» [11,12].

Система СЕМ «Придніпров'я» була спроектована і створена в середині 90-х років зусиллями обласної державної адміністрації, Придніпровського наукового центру НАН України, Інституту проблем природокористування та екології НАН України і Державного управління екології і природних ресурсів в Дніпропетровській області Мінекоресурсів України.

Вона призначалась для системного спостереження за станом навколишнього середовища та розробки ефективних управлінських рішень. У цей час були прийняті декілька нормативних документів з екомоніторингу. У 1993 році Кабінет Міністрів України затверджує «Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища», а в 1995 році «Положення про систему державного моніторингу», якими повторюються функції цієї системи, передбачені Законом, а створення системи покладається на окремі відомства.

Проте, система моніторингу, що визначалась цими документами, по суті, підсумовує системи відомчого контролю за компонентами навколишнього середовища і не виконує необхідної для виходу з екологічної кризи функції – управління якістю природного середовища.

Принциповою відмінністю СЕМ «Придніпров'я» від державної та відомчих систем моніторингу, є те, що в ній в єдиному цілому об'єднали чотири функції – спостереження, оцінка, прогноз і управління якістю навколишнього природного середовища регіону.

Саме тому в цю систему, як необхідний елемент, включаються органи державного управління, а не тільки пости збору, обробки, накопичення інформації і відомчі органи.

СЕМ «Придніпров'я» не дублює і не підміняє існуючі відомчі системи моніторингу окремих компонентів природного середовища. Вона є новою інфраструктурою регіонального (обласного) рівня, яка включає, як

окремі елементи, відомчі системи і використовує частину їх інформації.

В той же час, СЕМ «Придніпров'я» має свою власну мережу спостереження за об'єктами природного середовища, за джерелами впливу на навколишнє середовище, за здоров'ям населення, свою методологію оцінки якості навколишнього середовища і ступеня впливу на неї антропогенних чинників.

Основними функціями СЕМ «Придніпров'я» стали:

1) *спостереження* за об'єктами природного середовища та їх змінами, джерелами забруднення і впливами на компоненти навколишнього середовища, зміною стану здоров'я дорослого та дитячого населення;

2) *оцінка* всього комплексу інформації, що і ретроспективної, її порівняння та зберігання;

3) *прогноз зміни* екологічної ситуації та здоров'я населення, як в окремих населених пунктах, так і в природних екосистемах регіону;

4) *управління* екологічною ситуацією шляхом підготовки пакетів пропозицій з оперативних та перспективних дій, надання їх державним органам управління на місцях (міста, райони) і області.

Обласний рівень управління оперативно пов'язаний з державним.

Кожний з рівнів повинен був мати розроблений алгоритм реалізації пропозицій в управлінських рішеннях.

Рівні організації СЕМ «Придніпров'я».

1. *Виробничий (об'єктовий).* Цей, перший, рівень СЕМ, створюється на окремих великих підприємствах та таких, що суттєво впливають на навколишнє середовище. Вони виконують ті ж функції, що і відомчі системи.

Підставою для створення системи регіонального моніторингу став Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», в якому основні функції системи визначені так: «...забезпечення збору, обробки зберігання і аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій з використанням даних системи моніторингу (спостере-

ження, оцінка, прогноз і управління)», але в рамках діяльності підприємства.

Особливістю цих систем моніторингу є їх зворотний зв'язок з технологічним процесом. Іншими словами, основні параметри виробничого процесу, що чинять вплив на навколишнє середовище, визначаються обсягами і концентраціями забруднюючих речовин у викидах та скидах підприємства.

Виробничі СЕМ мають свої центри управління і прямий вихід в СЕМ міст або регіональну СЕМ залежно від потужності і розташування об'єкту.

2. *Локальний (міський)*. Другий рівень – це СЕМ міст обласного підпорядкування. Вони мають свою мережу спостереження за параметрами навколишнього середовища і здоров'ям населення в межах міста і свій центр управління моніторингом (ЦУМ). Як елементи в них включаються виробничі СЕМ та відомчі системи контролю окремих суб'єктів і об'єктів навколишнього середовища.

Користувачами міських СЕМ є міські інспекції з охорони навколишнього природного середовища, а відповідальними споживачами інформації – міськвиконкоми. Саме до них із центрів управління надходить інформація і пакет пропозицій по ухваленню управлінських рішень в межах компетенції міськвиконкомів.

3. *Полігонний*. Третій рівень – це мережа спеціальних полігонів екологічного моніторингу, вибраних на території області і природних екосистем, що включають різні ландшафти із специфічним комплексом антропогенної і техногенної дії.

На території Дніпропетровської області вибрано шість таких полігонів:

а) *Дніпропетровсько-Дніпродзержинська агломерація*. Вона включає територію, що примикає до цих міст, лівий і правий береги Дніпра, нижню частину Дніпродзержинського, верхню і середню частину Запорізького (Дніпровського) водосховища, заплаву Самари;

б) *Криворізько-Жовтоводсько-П'ятихатський полігон*. Він включає територію, що витягнулася уздовж західного області і примикає до цих міст, а також мережу малих річок і водосховищ, що знаходяться в межах полігону;

в) *Західно-Донбаський полігон*. Цей полігон включає територію, що витягнулася від

східного області у русел річок Бик, Самара до впадання в неї річки Вовчої. Це відтворює розташування Західно-Донбаського вугільного родовища;

г) *Нікополь-Марганець-Орджонікідзевський полігон*. Він півколом охоплює територію, що примикає до цих міст, а також частину Каховського водосховища, що межує із Запорізькою областю;

д) *Контрольний полігон*. Цей полігон також півколом охоплює територію, що примикає до міст Перещепино, Магдалинівка, Царичанка. Контрольним він вибраний тому, що ця частина території області отримує найменше техногенне навантаження;

е) *Біосферний полігон*. Він включає унікальний природний комплекс – Самарський бір, що уздовж русла річки Самари від гирла річки Вовчої до селища Вільне.

Всі полігони мають свою мережу тест-станцій, на якій відбираються проби по всіх основних компонентах екосистем (грунти, підземні і поверхневі води, флора, фауна).

та біологічний аналіз цих проб дозволяє визначити стан компонентів екосистем, динаміку і прогноз їх зміни, виробити рекомендації по небажаних змін.

4. *Аерокосмічний*. Цей рівень є, по суті, екстериторіальним і визначається наявністю та можливістю використання засобів аерокосмічного зондування для спостереження за трансграничним перенесенням забруднюючих речовин в атмосфері і акваторіях. Він також використовується для загальної оцінки стану великих природних об'єктів і територій – лісових масивів, сільгоспугідь, акваторій водосховищ.

Кожний з рівнів діє за погодженням і затвердженням регламентом збору, накопичення, оцінки і передачі інформації в центр управління СЕМ «Придніпров'я». Така структура СЕМ дозволяє кожному з рівнів бути автономним і, в той же, являтися елементом системи вищого рівня.

У свою чергу, СЕМ «Придніпров'я», як елемент входить в систему моніторингу державного рівня СЕМ «Україна».

На наш погляд саме чітка структурна і функціональна організація СЕМ, дає можливість оперативного управління якістю навколишнього середовища на різних рівнях адміністративного устрою країни, дозволяє забезпечити екологічну складову сталого розвитку.

Створення таких систем повинно здійснюватися на початковому етапі руху від економіки перехідного періоду до сталого розвитку.

Відповідно до огляду результативності природоохоронної діяльності в Україні [9,10] Мінприроди повинно підсилити свою координаційну діяльність щодо ведення екологічного моніторингу навколишнього середовища. Посилення координаційної ролі Мінприроди здійснюється шляхом уточнення ряду положень в рамках ДСМНС, зокрема, ведення секретаріату Міжвідомчої комісії з питань моніторингу навколишнього середовища, її секцій по відповідних напрямках, узгодження відомчих нормативних документів щодо порядку здійснення суб'єктами ДСМНС моніторингу навколишнього середовища тощо [13-18].

Важливим аспектом ефективного функціонування на державному рівні системи моніторингу могли б стати наявність уніфікованого моніторингового устаткування, обов'язкових моніторингових показників, єдиних програм та методик збору і обробки отриманої інформації, моделювання і прогнозування екологічних процесів.

При удосконаленні функціонуючої державної системи моніторингу в умовах обмежених ресурсів, необхідно прагнути до гармонізації з показниками моніторингу навколишнього середовища європейського співтовариства і в цьому істотну допомогу може надати Комітет з екологічної політики ЕЖ ООН [9].

Ефективне виконання координуючих функцій Мінприроди з питань проведення моніторингу навколишнього середовища і функціонування ДСМНС на державному і регіональному рівнях повинно здійснюватися також шляхом організації і координації робіт з питань підготовки регіональних і державної програм моніторингу навколишнього середовища і т.п. Підвищення ефективності природоохоронних заходів безпосередньо пов'язане з якістю здійснення моніторингу об'єктів навколишнього середовища.

Для посилення впливу на процеси, які пов'язані з адміністративною реформою державного апарату управління, проводиться ряд науково-дослідних робіт, зокрема, щодо інвентаризації лабораторій і створення оновленої бази даних приладового і методичного забезпечення мереж спостережень з

відповідними пропозиціями по підвищенню ефективності їх роботи. Такі заходи повинні забезпечити вищий рівень організації і координації робіт по моніторингу на державному рівні, нормативно визначити порядок удосконалення системи моніторингу як на державному, так і регіональному рівні і логічно об'єднати функціональні обов'язки всіх суб'єктів моніторингу.

При удосконаленні ДСМНС в умовах обмежених ресурсів, необхідно прагнути до гармонізації з показниками екологічного моніторингу, прийнятими в Європейському Співтоваристві. Шляхи гармонізації лежать в області розробки загальних стандартів і форматів, екологічного тезауруса і відпрацювання колективного використання. Такий підхід може забезпечити розробку стандартизованих показників для щорічних національних доповідей про стан навколишнього середовища і майбутню інтеграцію ДСМНС в загальноєвропейську систему моніторингу.

Важливими питаннями є відпрацювання методології гармонізації систем моніторингу і звітності про стан навколишнього природного середовища, використання нових методів і технологій дослідження навколишнього середовища, широке використання моніторингових даних в інформаційних системах про стан навколишнього середовища для відкритого доступу громадськості.

Основним критерієм необхідності збору моніторингових даних повинен бути основний перелік мінімально необхідної інформації для посадовців, які приймають рішення з питань навколишнього природного середовища. Максимально можливий об'єм збору моніторингових даних з подальшим його аналізом і селекцією стає економічно і екологічно недоцільним. Основним повинен стати підхід, заснований на необхідності виконання міжнародних зобов'язань країни національних обов'язкових вимог, які витікають з діючого національного законодавства. Для різних рівнів ухвалення рішень необхідно використовувати різну кількість первинних даних.

Важливе рішення питань, пов'язаних з управлінням відповідними інформаційними потоками, чітким розподілом відповідальності за отримання достовірної інформації і визначенням мети її отримання. Ефективною шляхом організації процесу отримання інформації є її обов'язковість (наприклад,

директиви ЄС – документи, обов'язкові для виконання країнами ЄС). Оскільки моніторинг економічно вигідний і є попереджувачим заходом, це важливо враховувати при проведенні обґрунтування необхідності залучення інвестицій.

Необхідна заміна морально і фізично застарілої апаратури і устаткування, яке використовується на мережах спостережень ДСМНС і приводить до деградації самих мереж спостережень, на сучасні автоматичні або автоматизовані комплекси і системи, сучасну апаратуру, яку можна широко і ефективно використовувати в польових умовах. Для вирішення цього питання, окрім обмеженого державного бюджетного фінансу-

вання, доцільне залучення засобів технічної допомоги різних міжнародних, регіональних і національних екологічних організацій.

В Україні намічена стратегія підвищення ефективності і подальшого розвитку ДСМНС на короткочасну (1-2 роки), середньострокову (3-5 років) і довготривалу перспективу (5-10 років), яка безпосередньо пов'язана з прогнозуванням розвитку національної економіки, перспектив інтеграції країни в європейські політичні і економічні організації і структури. Важливим джерелом для розробки нової або корекції існуючої стратегії можуть стати рекомендації Спеціальної робочої групи по моніторингу навколишнього середовища [9].

Висновки

1. Аналіз сучасного стану моніторингових досліджень на території України показав, що моніторинг і звітність по навколишньому середовищу грають важливу роль в природоохоронній політиці. Впродовж останніх п'ятнадцяти років Україна докладала всі зусилля, щоб зберегти системи моніторингу, часто в умовах колосальних економічних труднощів і жорстких бюджетних обмежень. У цей період прагнули удосконалити координацію між численними міністерствами і установами, що займаються моніторингом; намагалися поліпшити інформацію і звітність, необхідні для цілей політики і інших потреб. Проте ці важливі напрями діяльності як і раніше вимагають до себе уваги.

2. Необхідне посилення моніторингу в окремих областях. До них відносяться якість повітря, забруднення води і поводження з відходами. Необхідний ефективніший моніторинг як використання ресурсів, так і викидів забруднюючих речовин підприємствами – це підвищить дієвість застосування таких важливих інструментів економічної політики, як платежі за забруднення навколишнього середовища і використання природних ресурсів. В області інформаційних систем з навколишнього середовища потрібне більш широке використання комп'ютерних мереж, що може зміцнити зв'язки між базами даних різних установ по моніторингу і між різними рівнями управління.

3. В Україні обов'язки з державного моніторингу до цього часу чітко не визначені, що

приводить до дублювання зусиль і відсутності координації та співпраці між відомствами та установами. Координація між центральними установами, регіональними і місцевими відділеннями також є серйозною проблемою. Незважаючи на здійснювані заходи, координація між організаціями, що беруть участь в моніторингу навколишнього середовища, ще залишається в цілому слабкою.

4. Фінансовий аспект залишається досить серйозною перешкодою на шляху вдосконалення систем моніторингу в Україні. Апаратне забезпечення моніторингу застаріле і потребує заміни. Для збору, аналізу і обміну даними необхідні сучасні комп'ютерні системи. Крім того, природоохоронні органи випробовують труднощі з наймом на роботу і збереженням в штаті фахівців з моніторингу.

5. За винятком конкретних екологічних проблем, належний моніторинг достатньою мірою не проводиться відносно впливу на навколишнє середовище основних секторів економіки, таких як промисловість, транспорт, енергетика і сільське господарство. Відсутні дані про викиди по підприємствах-забруднювачах, а практика надання компаніями доповідей про діяльність по охороні навколишнього середовища (включаючи дані про витрати на природоохоронну діяльність) знаходиться в зачатковому стані. Дані про викиди дають лише часткове уявлення про роль транспорту в забрудненні повітря (часто не оцінюється частка забруднюючих речовин, таких як вироблювані транспорт-

ними засобами викиди окислу вуглецю і свинцю).

6. Загальною проблемою для різних видів моніторингу в країні у багатьох випадках відсутність ефективного управління на державному рівні, яке забезпечило б уніфікацію відбору проб, вимірювання і аналітичної роботи.

7. Існують проблеми з моніторингу трансграничного забруднення повітря.

8. В Україні зовсім відсутні системні підходи до проведення соціо-екологічного моніторингу. Метою створення такого моні-

рингу повинно стати підвищення оперативності одержання та достовірності первинних даних за рахунок використання досконалих методик і сучасних засобів збирання, накопичення та оброблення інформації на всіх рівнях державного управління і місцевого самоврядування, підвищення рівня та якості інформаційного обслуговування споживачів соціально-економічної інформації на всіх рівнях функціонування системи, комплексного оброблення і використання інформації для прийняття відповідних управлінських рішень.

Перелік посилань

1. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР. Сер. геогр. - 1975. - № 3. - С.13-25.
2. Калужский государственный педагогический университет им. К.Э. Циолковского. Лаборатория биоиндикации. Адрес в Интернет <http://kspu.kaluga.ru/biomon>
3. Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. - 1974. - № 7. - С.3-8.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.
5. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга. - М.: МГУ, 1985. - 158 с.
6. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. - Самара: СамНЦ РАН, 1999. - 396 с.
7. Федоров В.Д., Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. - 1974. - № 3. - С.402-415.
8. Израэль Ю.А. Концепция мониторинга состояния биосферы // Мониторинг состояния окружающей природной среды. Тр. 1 советско-английского симпозиума. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - С.10-25.
9. Мониторинг и отчетность по окружающей среде. Страны Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии / Организация Объединенных Наций - Нью-Йорк и Женева, 2003. - № R.03-II-E.33.
10. Состояние и перспективы развития государственной системы мониторинга окружающей среды Украины / Экономический и Социальный совет ООН. - Женева, 2002. - СЕР/АС.10/2002/17.
11. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории. В двух томах / Под науч. ред. проф., д-ра техн. наук А.Г. Шапаря. - Днепропетровск: ИППЭ НАН Украины, 1996. - Том 1. - 162 с.; Том 2. - 170 с.
12. Шматков Г.Г. Система регионального экологического мониторинга СЭМ «Приднепровье» // Экологія і природокористування. Зб. наук. праць ІППЕ НАН України. - Дніпропетровськ, 2001. - № 3. - С.131-134.
13. Gaps and bottlenecks in environmental monitoring in countries in transition (СЕР/АС.10/2000/5)(2000d).- Geneva, September. - 2000.
14. Russian Federation. Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). Ways to improve environmental monitoring in the Russian Federation (СЕР/АС.10/2002/16), UNECE. - Geneva, June. - 2002.
15. Central Asia. Prepared in the light of the joint UNECE/EEA Workshop on Environmental Indicators and Networking. - Geneva, February. - 2003.
16. Environmental Performance Review of Ukraine. - New York and Geneva, 1999. - No. E.00.II.E.1.

17. Regional Environmental Centre for Central Asia (RECCA). Environmental monitoring in Central Asia (CEP/AC.10/2002/11) - UNECE, January 2002.

18. Status of environment record-keeping in the newly independent States (NIS) (CEP/AC.10/2002/18 and Corr.1). - Geneva, June 2002.

***M.A.Yemets* MODERN SYSTEMS OF ECOLOGICAL
MONITORING AND EFFICIENCY
OF THEIR FUNCTION**

*The Institute of Nature Management Problems and Ecology of National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Environmental monitoring systems have been analyzed. Description of up-to-date condition of civil system of environmental monitoring in Ukraine has been introduced. Basic tendencies of development of the system have been propounded.

*Надійшла до редколегії 05 листопада 2008 р.
Рекомендована членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*

УДК 631.6:349.6

И.А. Николаева

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АУДИТОВ НА ПРИМЕРЕ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

ООО НПП «Центр экологического аудита и чистых технологий», Днепропетровск

Розглянуто правові та організаційні принципи проведення екологічного аудита. Виконано аналіз особливостей його проведення на прикладі Придніпровської та Криворізької ТЕС.

Рассмотрены правовые и организационные принципы проведения экологического аудита. Выполнен анализ особенностей его проведения на примере Приднепровской и Криворожской ТЭС.

Национальная экологическая политика Украины своей главной целью ставит обеспечение конституционного права граждан на безопасную окружающую природную среду.

Основными задачами на ближайшие годы определены такие направления как преодоление негативных проявлений экологической опасности производства и обеспечение стабилизации экологической ситуации как предпосылки для устойчивого развития [6].

Отличительным признаком и фундаментальным принципом устойчивого развития страны является экосистемный подход к решению природоохранных проблем любого масштаба и уровня: глобального, регионального, национального и местного.

Экосистемный подход основывается на одной из фундаментальных ценностей XXI ст. - уважительном, бережном и экономном, а не потребительском, отношении к природе [1].

На экосистемный подход ориентирован экологический аудит как инструмент реализации экологической политики и управления [1]. В Украине принят Закон "Об экологическом аудите" [2]. Однако многоцелевые функции экологического аудита остаются не регламентированными и потому не реализуются в практике государственного, отраслевого и корпоративного управления [1].

В системе экономических механизмов природопользования и природовосстановления экологический аудит играет роль, как средство повышения экологической обес-

нованности и эффективности деятельности субъектов хозяйствования как природопользователей, так и загрязнителей окружающей среды [2].

Решающим условием эффективного осуществления экологического аудита является его целостность с экологическим управлением на уровне предприятий, корпораций, областей. Системная целостность экологического управления и аудита - один из принципов устойчивого развития страны [1].

Правовые и организационные принципы проведения экологического аудита определяются соответствующими требованиями Закона Украины "Об экологическом аудите" [2].

Экологический аудит мы рассматриваем как один из эффективных механизмов выявления в деятельности предприятий несоответствий природоохранному законодательству Украины, выяснению причин их возникновения и разработки рекомендаций по устранению данных несоответствий.

Независимый экологический аудит является профессиональной оценкой работы предприятия в области охраны окружающей среды, т.к. требования к исполнителям экологического аудита очень высокие и определены Законом Украины "Об экологическом аудите" [2].

Понимая значимость природоохранной деятельности на предприятиях отрасли теплоэнергетики, которая занимает одно из первых мест по масштабам негативного влияния на окружающую среду, руководство ОАО «Днепроэнерго» выступило с инициативой проведения независимых

экологических аудитов Приднепровской и Криворожской тепловых электростанций.

Данные аудиты были проведены по заказу заинтересованного субъекта экологических аудитов - руководства ОАО «Днепроэнерго» по согласию с собственником объектов аудита и являются добровольными экологическими аудитами, но с учетом возможной смены собственников предприятия.

В этом случае, новый собственник по результатам проведенного экологического аудита, которые изложены в Отчете об экологическом аудите, будет иметь полное представление о деятельности аудируемых предприятий по всем экологическим аспектам, со всеми минусами и плюсами данной хозяйственной деятельности.

Одним из важных элементов проведения добровольных экологических аудитов Приднепровской и Криворожской ТЭС являлся независимый экспертный анализ организации и управления природоохранной деятельностью на предприятиях, динамики параметров воздействия предприятий на компоненты окружающей среды и независимая оценка влияния предприятий на окружающую природную среду.

Приднепровская и Криворожская ТЭС - станции конденсационного типа - предназначенные для выработки электрической энергии и несения базисных электрических нагрузок энергосистемы, а также выработки тепловой энергии в процессе сжигания в топках котлов твердого (уголь) и газообразного топлива (природный газ). Жидкое топливо (мазут) используется для поддержания процесса горения и при разжигании котлов.

Большое количество теплоэлектростанций сжигают миллионы тонн органического топлива. На их долю приходится приблизительно четвертая часть всех вредных выбросов по Украине [3].

Процесс сжигания органического топлива в энергетических установках сопровождается огромными выбросами разнообразных вредных веществ и побочного тепла в атмосферный воздух [3].

Приднепровская и Криворожская ТЭС являются основными предприятиями - загрязнителями атмосферного воздуха прилегающих к ним регионов.

Доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух источниками Приднепровской ТЭС в общем объеме выбросов предприятий города Днепропетровска по данным статистической отчетности за 2006 год составляет [5]:

- по суммарному объему - 73,9%;
- по пыли неорганической - 60,8%;
- по сернистому ангидриду - 95,7%;
- по оксидам азота - 69,2%.

Криворожская ТЭС располагается на расстоянии 2 км на юг от г. Зеленодольска и является фактически единственным предприятием-загрязнителем города. По данным статистической отчетности за 2006 год доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в общем объеме выбросов населенного пункта составила [5]:

- по твердым веществам - 99,8%;
- по оксидам азота - 99,8%;
- по диоксиду серы - 99,9%;
- по оксиду углерода - 98,0%.

При сгорании угля образуются побочные продукты (отходы) - угольная зола и шлаки, которые по пульпопроводам транспортируются на золоотвалы и шлакоотвалы. Они занимают огромные площади земель, которые изымаются из хозяйственного использования.

Негативное влияние деятельности ТЭС проявляется и в использовании большого количества водных ресурсов для технологических и хозяйственных нужд, их теплового и химического загрязнения при сбросе в водные объекты.

Все вышеперечисленные экологические аспекты производственной деятельности ТЭС анализируются и оцениваются при проведении экологического аудита в определенной временной динамике и в совокупности их воздействия на различные компоненты окружающей среды, т.е. аудит имеет системный характер.

Основные значимые природоохранные проблемы являются общими для обеих ТЭС. Опыт «Центра экологического аудита и чистых технологий» в проведении экологических аудитов показал, что решение данных проблем можно найти, двигаясь в трёх направлениях.

Первое направление - ужесточение контроля со стороны государственных структур и местных органов власти за ведением

природоохранної діяльності на підприємствах.

При проведенні екологічних аудитів виявлена наступна тенденція: за частіше підприємствам доводяться завищені дозволені нормативи по основним екологічним аспектам діяльності по відношенню до фактичним, що не стимулює підприємства до планування, впровадженню і виконанню нових ефективних заходів по мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

В цьому випадку рішення проблем зменшення негативного впливу при веденні виробничої діяльності підприємств лежить в компетенції державних природоохоронних структур. Таким чином, екологічний аудит дозволяє виявити і недостатню вимогливість державного контролю за природоохранною діяльністю підприємств.

Друге напрямлення – це своєчасне представлення об'єктивної інформації екологічними службами підприємства своєму вищому керівництву для прийняття необхідних і превентивних природоохоронних рішень по впровадженню найкращих сучасних технологій і обладнання, які не вимагають значительних витрат, але найбільш ефективних з точки зору попередження, мінімізації або нейтралізації забруднень, і оптимальними по економічним витратам. Керівництво підприємств завжди зацікавлене в природоохоронних програмах, які мають високу еколого-економічну ефективність.

Третє напрямлення – вдосконалення структури і системи управління природоохранною діяльністю підприємств. При проведенні екологічного аудиту виявлені недосконалості природоохранної структури об'єктів аудиту і, витокаюча звідси, недостатня ефективність діяльності відділів охорони навколишнього середовища (ООС).

Таким чином, екологічний аудит можна застосувати як ефективний механізм, з допомогою якого можна оптимізувати природоохранню роботу ООС для її ефективного функціонування. Досвід екологічного аудиту показує, що його

ефективність залежить від трьох основних факторів:

- глибокої зацікавленості керівництва і власників підприємства в проведенні аудиту;
- повної відкритості і чесності спеціалістів підприємства в аналізі всіх екологічних аспектів;
- спільної, скоординованої роботи аудиторської команди і спеціалістів підприємства [4].

Наступним етапом проведення екологічних аудитів є формування звіту про проведену роботу з усіма виявленими невідповідностями по всіх екологічних аспектах господарської діяльності підприємств і пропонуються рекомендації по їх усуненню [6].

Керівництво ОАО «Дніпроенерго» може використовувати матеріали екологічних аудитів як інструмент поетапного покращення ведення природоохранної діяльності на Придніпровській і Криворізькій ТЕС, що суттєво знизить негативний вплив на навколишнє природне середовище прилеглих до станції регіонів і здоров'я їх жителів, для яких теплоелектростанції є основним і потужним забруднювачем повітряного басейну.

Важливим аспектом екологічного аудиту є компетентність виконавців екологічного аудиту, їх незалежний погляд на природоохранню діяльність підприємства, достатньо вузька спеціалізація виконавців (технічних експертів, залучених для проведення екоаудитів) по кожному ресурсу і необхідним екологічним аспектам, участь вищого керівництва підприємства і керівників окремих підрозділів в організації аудиту. Це дає можливість детально і уважливо вивчати всі проблеми підприємства і розробити ефективні рекомендації по усуненню виявлених невідповідностей.

Ми вважаємо, що проблеми екологічної безпеки того або іншого регіону можна вирішити з допомогою проведення регулярних екологічних аудитів основних підприємств-забруднювачів даних регіонів, тим самим вносячи вклад в їх стійке розвиток.

Перечень ссылок

1. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку. Документ підготовлено в рамках проекту ПРООН/ГЕФ «Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні», Соруіght © 2007 ПРООН Україна.

2. Закон України «Про екологічний аудит», м. Київ, 24 червня 2004 року № 1862-IV. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2004, N 45, □ех. 500.

3. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища // навчальний посібник. – Суми, 2007. – С. 171-177.

4. Шматков Г.Г. Экологический аудит. Современное состояние и перспективы развития: Сборник научных статей XIV международной научно-практической конференции «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов», том I, 5-9 июня 2006, г. Щелкино, АР Крым. – Харьков, 2006. – С. 186-188.

5. Екологічний паспорт регіону Дніпропетровської області. Затверджений начальником Держуправління екології та природних ресурсів в Дніпропетровській області Молчановим О.О., серпень 2006 р. – С. 15.

6. Шматков Г.Г., Гайдідей С.І, Ніколаєва І.О, Аніщенко О.Л., Казакова О.М. Методичні рекомендації щодо проведення екологічного аудиту на територіях розташування військових і оборонних об'єктів, які підлягають ліквідації. На замовлення Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, 2007. – С. 9-19.

I.A. Nikolaeva **ECOLOGICAL AUDIT EFFICIENCY
COMPLETION (THERMAL ELECTRIC
STATIONS EXAMPLE)**

LTD SPE «Center of Ecological Audit and Clean Technologies»

Law and organizational principles of ecological audit completion are considered in the article. The analysis of its completion is performed on example of Pridneprov'sk and Kryvyi Rih TES.

*Надійшла до редколегії 11 листопада 2008 р.
Рекомендована членом редколегії техн.техн.наук П.І. Копачем*

ЧАСТИНА 5. МАТЕРІАЛИ ЧЕТВЕРТОЇ МІЖНАРОДНОЇ МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

УДК 504:577.4:339.5

ДОВКІЛЛЯ – ХХІ. МАТЕРІАЛИ ЧЕТВЕРТОЇ МІЖНАРОДНОЇ МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Наводяться тези основних доповідей четвертої Міжнародної молодіжної наукової конференції “Довкілля – ХХІ”, присвяченої 90-річчю НАН України, які містять результати теоретичних та прикладних досліджень молодих науковців із загальних проблем сталого розвитку, екологічної і техногенної безпеки, збереження і відродження природного середовища, раціонального природокористування регіонів.

Приводяться тезиси основних докладов четвертой Международной молодежной научной конференции «Окружающая среда – ХХІ», посвященной 90-летию НАН Украины, которые содержат результаты теоретических и прикладных исследований молодых ученых по общим проблемам устойчивого развития, экологической и техногенной безопасности, сохранения и возрождения окружающей среды, рационального природопользования регионов.

Передмова

Проблеми залучення в науку обдарованої молоді та її закріплення були актуальними завжди і становили одну з важливіших складових кадрової політики у науковій сфері, якій особливу увагу приділяє Національна академія наук України. Одним із таких заходів стала Міжнародна молодіжна наукова конференція «ДОВКІЛЛЯ - ХХІ». Проведена Дніпропетровською облдержадміністрацією разом з Відділенням наук про Землю НАН України, Придніпровським науковим центром НАН і МОН України, Інститутом проблем природокористування та екології НАН України вчетверте у жовтні 2008 року Міжнародна молодіжна наукова конференція “Довкілля-ХХІ” засвідчила як підвищення зацікавленості молоді у вирішенні нагальних проблем сталого розвитку суспільства, так і зростаючий рівень її творчої активності та наукової результативності. Конференція була присвячена 90-річчю Національної академії наук України.

Основна мета конференції — розвиток творчої активності молодих учених і спеціалістів, аспірантів та студентів, залучення їх до рішення актуальних задач сучасної науки щодо довкілля, встановлення контактів між колегами для подальшої роботи. Конференція присвячена актуальним проблемам сталого розвитку регіонів, раціонального природокористування,

екомоніторингу, екологічній та техногенній безпеці, екологічному вихованню та освіті.

На конференцію були заявлені біля 100 доповідей від 40 наукових організацій Білорусі, Іспанії, Македонії, Німеччини, Росії і України. На пленарних і секційних засіданнях відбулася жвава дискусія відносно актуальних проблем переходу регіонів до сталого розвитку, моніторингу навколишнього середовища, методів і форм контролю стану екосистем, екологічної та техногенної безпеки, екологічного нормування антропогенних навантажень, екологічного виховання та освіти.

На пленарному засіданні заслухані наукові доповіді від Національної академії наук України: “Міжнародний рік планети Земля: стан та перспективи участі українських науковців у глобальних заходах в галузі наук про Землю”, “Основні досягнення та перешкоди на шляху до сталого розвитку України”, низка доповідей провідних науковців Інституту проблем природокористування та екології НАН України з проблем геоекології, екомоніторингу, раціонального природокористування, екологічного нормування, відродження порушених гірничими роботами земель, доповіді голови обласної ради молодих вчених і представника Дніпропетровської міської ради щодо ролі молоді у науковій побудові держави.

На конференції підкреслювалась важлива роль органів влади Дніпропетровщини у

проведенні дійової екологічної політики, підтримці ініціатив і починань науковців області, спрямованих на збереження і відродження природного середовища, забезпечення переходу регіону на засади сталого розвитку, підвищення інформованості населення з екологічних питань і їх активного залучення до попередження екологічних негараздів. Саме в нашій області, у т.ч. за участю Інституту проблем природокористування та екології НАН України були розроблені проекти Концепції переходу України до сталого розвитку, Державної програми забезпечення сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини, Програм поліпшення екологічного стану області, використання порушених земель гірничодобувних підприємств у якості відновлювальних елементів екологічної мережі, інші заходи, що відкривають нові шляхи до збалансованого розвитку області.

Важливу роль у вихованні молоді, залученні її до активної творчої діяльності віді-

рають щорічні засідання “круглих столів” екологічного спрямування та у рамках Всеукраїнського фестивалю науки, які організуються Дніпропетровською облдержадміністрацією і Дніпропетровською обласною радою на базі Інституту проблем природокористування та екології НАН України.

У ході роботи конференції молоді фахівці дістали можливість представити результати своїх досліджень висококваліфікованій аудиторії для оцінки, встановити контакти для тісної співпраці і майбутніх сумісних проєктів, опублікувати матеріали своїх досліджень у даному збірнику.

Проведення конференції надає впевненості у тому, що наступну конференцію 2010 року «ДОВКІЛЛЯ - ХХІ» чекає подальше розширення географії і дослідницького рівня учасників, напрямів представлених досліджень і проєктів. Це дозволить збільшити внесок молодих у розвиток освіти і науки в Україні, інших країнах і розширення міжнародної гуманітарної співпраці.

Тези основних доповідей

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

К.А. Азутин

*Институт проблем использования природных ресурсов
и экологии НАН Беларуси, Минск*

Экологическую ситуацию на территории Беларуси формирует совокупность проблем, связанных с загрязнением окружающей природной среды и истощением природно-ресурсного потенциала. При этом напряженность некоторых из этих проблем снижается, других – возрастает.

Среди основных экологических проблем страны ведущее значение сохраняет проблема радиоактивного загрязнения территории. Вместе с тем, со временем, в силу естественного распада радиоактивных веществ, площадь такого загрязнения последовательно уменьшается, что объективно способствует снижению остроты проблемы. Однако подобное уменьшение происходит довольно медленно.

Сейчас зона радиоактивного загрязнения цезием-137 занимает 19,8 % от общей площади Беларуси, в т.ч. лесных земель – 21,7 %, сельскохозяйственных угодий – 14,1 %. Всего в пределах территории с ра-

диоактивным загрязнением проживает 1321,7 тыс. человек.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу увеличиваются как по стационарным, так и по передвижным источникам. Рост их количества затрагивает все основные вещества-загрязнители – оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, твердые частицы. В отличие от прошлых лет в последнее время увеличились также удельные показатели выбросов, соотнесенные с объемом произведенного ВВП. Так, отношение валового прироста выбросов к росту ВВП составило 1,04.

В то же самое время увеличение валовых выбросов в целом не привело к ухудшению качества атмосферного воздуха городов. Среднегодовые концентрации всех основных, а также большинства специфических загрязняющих веществ во всех контролируемых городах ниже гигиенических нормативов. Исключение составил формальдегид.

Его среднее для всех городов содержание было выше ПДК в 3,3 раза.

В различных городах отмечаются периоды с превышением среднесуточных концентраций отдельных веществ выше гигиенических норм. Превышения максимально разовых ПДК наблюдаются эпизодически. Они фиксируются только в 0,3 % случаев и имеют место главным образом при неблагоприятных метеорологических условиях. Вместе с тем в различных городах выделяются зоны, где загрязнение атмосферного воздуха, определяемое по комплексному показателю ИЗА, высокое. Они приурочены преимущественно к автомагистралям, а также местам совместного влияния передвижных и стационарных источников.

Продолжается тенденция к снижению водопотребления, которая затронула не только производственную сферу, но и жилищно-коммунальное хозяйство – основного потребителя воды. Также уменьшаются сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты, что, однако не приводит к снижению количества поступающих в них загрязняющих веществ. Основное влияние на качество поверхностных вод оказывают вещества как техногенного происхождения, так и естественного, связанные с природными гидрохимическими свойствами территории Беларуси. К первым из них относятся соединения азота аммонийного и нитритного, легко окисляемые органические вещества (по БПК₅), синтетические поверхностно активные вещества, фенолы, нефтепродукты, фосфаты, цинк, никель. Ко вторым – железо общее, марганец, медь.

Повторяемость концентраций выше ПДК по различным веществам в основных реках изменяется в широком диапазоне. По азоту аммонийному – от 45 до 90 %, по азоту нитритному – 16–55 %, БПК₅ – 10–67, СПАВ – 2–30, фенолам – 30–50, нефтепродуктам – 5–26, железу общему – 85–100, марганцу – 72–95, меди – 60–99, цинку – 14–90, никелю – 3–57 %. Содержание фосфатов почти повсеместно превышает пороговую величину, при которой начинается эвтрофирование водоемов. Качество речных вод из года в год остается примерно на одном уровне. Более половины из них квалифицировались как относительно чистые, остальная часть – умеренно загрязненные, а воды р. Свислочи ниже г. Минска – очень грязные.

Проблема качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, обусловлена, во-первых, природными литогеохимическими особенностями отложений, в которых формируются водоносные горизонты, во-вторых, техногенным загрязнением этих горизонтов. Природными причинами вызвана повышенная концентрация в подземных водах железа и марганца, а также недостаточное с точки зрения физиологических потребностей человека содержание в них йода и фтора. Природные причины неудовлетворительного качества питьевых вод характерны преимущественно для источников централизованного водоснабжения. Источники не централизованного водоснабжения, использующие первый от поверхности подземный водоносный горизонт, в большей мере подвержены техногенному загрязнению. Превышение гигиенических норм для питьевых вод по железу имеет в Беларуси массовое распространение. Концентрации данного элемента выше ПДК фиксируются примерно в половине случаев.

Техногенное загрязнение подземных водоносных горизонтов, из которых осуществляется водоснабжение городского населения, является локальным и прослеживается только для одиночных скважин. Его основной причиной выступает несоблюдение режимов зон санитарной охраны. В водах общественных колодцев, используемых сельским населением, удельный вес проб, не отвечающих гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям, составляет 40–45%, по микробиологическим показателям – 20–25%. Основной вклад в химическое загрязнение вод колодцев вносят нитраты.

Определяющий вклад в образование отходов производства на территории Беларуси вносит одно предприятие – ПО "Беларуськалий", на долю которого приходится 3/4 от всего их объема. В последние два года объем образования отходов калийного производства уменьшился, что привело к снижению общего количества отходов, образуемых в стране. Образование иных отходов производства, без учета галитовых и глинисто-солевых шламов, также снижается. Однако количество образуемых опасных отходов увеличилось. Использование отходов производства составляет примерно пятую часть от их образования. Соответственно продолжается

рост накоплення отходов. Их об'єм становить 841,5 млн. т или 86 т в расче на одного жителя страны. Накопленні відходи, в составе которых преобладают галитовые породы, глинисто-солевыє шламы, а также отходы фосфогипса, выступают крупными источниками загрязнения окружающей среды и, прежде всего, подземных вод.

В отличие от отходов производства, образование твердых коммунальных отходов увеличивается. Для повышения использования данных отходов расширяются масштабы

их отдельного сбора, охват которым превышает треть городского населения страны. Однако уровень сбора вторичных ресурсов из твердых коммунальных отходов остается очень низким и составляет только 5-7 % от их общего объема. Подавляющая часть этих отходов складывается на соответствующих полигонах. Третья часть действующих полигонов твердых коммунальных отходов расположена в неблагоприятных гидрогеологических условиях, что вызывает загрязнение находящихся под ними подземных вод.

АНТРОПОГЕННИЙ ЧИННИК ГЕОМОРФОГЕНЕЗУ КИЇВСЬКОГО ПЛАТО

О.Б. Багмет

Інститут географії НАН України, Київ

Київське плато, як пристолічний регіон, характеризується високим рівнем забудованості території. Тривала історія освоєння цього регіону, утворення техногенних форм (у Києві починаючи з XI ст.), потужні товщі техногенних відкладів (потужність намивних ґрунтів у межах Києва перевищує 40 м, а площа окремих ареалів – 10 км²), прояв екзогенних процесів, спровокованих діяльністю людини, зумовили високий ступінь антропогенної трансформації рельєфу. Лише за період з 1920 по 1970 рр. за активного впливу людини кількість ярів у межах Придніпров'я збільшилася вдвічі [1,2]. В останні роки поширилося освоєння під забудову заплавної території шляхом намиву ґрунтів (поблизу сс. Скрипка, Хлепча на Стугні, від с. Чапаївка до м. Українка на Дніпрі).

Вплив промислового й цивільного будівництва (міського й сільського), Київської промислово-міської агломерації та інших крупних промислових центрів і міст поширюється й на сусідні райони, порушуючи рівновагу та стабільність природних геосистем прилеглих територій.

На території північно-східного схилу Придніпровської височини проводиться видобуток торфу, пісків, глин, суглинків. Активна розробка кар'єрів для видобутку мергельних глин поблизу Києва, Халеп'я, Стайок спричинила порушення рівноваги схилів

та активний розвиток зсувів. Саме з кар'єрними розробками пов'язані найбільші порушення геологічного середовища та рельєфу [3]. При інженерно-будівельних роботах та розробці корисних копалин відбувається перерозподіл ґрунтових мас, створення кар'єрів, відвалів, насипних та вироблених техногенних форм рельєфу. Навантаження на земну поверхню та переформування наявного рельєфу часто викликає активізацію антропогенно зумовлених гравітаційних та ерозійних процесів, наслідком чого є формування природно-техногенної морфоскульптури.

Антропогенна діяльність зумовила порушення рівноваги природних систем та активізацію низки небезпечних процесів, зокрема, ерозії, зсувів, абразії, суфозії. Фактором, який спричинив найбільші та незворотні зміни в прояві майже всіх видів екзогенних процесів, стало створення Канівського водосховища. Найбільші за площею прояви антропогенних процесів на території Київського плато зумовлені залученням земель до сільськогосподарського використання. Значною масштабністю та різноманітністю видів впливів на геоморфогенез регіону вирізняється селитебне будівництво, а найактивніша вертикальна трансформація рельєфу пов'язана з інженерно-будівельними роботами та видобутком корисних копалин.

Перелік посилань

1. Палиенко Э.Т. Поисковая и инженерная геоморфология. – К.: Вища школа, 1978. – 200 с.
2. Сучасна динаміка рельєфу України / За ред. В.П. Палієнко – К.: Наукова думка, 2005. – 268 с.

3. Демчишин М.Г., Єлін В.М., Тваровський І.В. Техногенні впливи на геологічне середовище в межах Українського щита // Геологічний журнал. – 1995. – № 3 - 4. – С. 68–73.

ЕКОЛОГІЧНЕ ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ (НА ПРИКЛАДІ РЕГІОНУ ВИДОБУВАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ УРАНОВОЇ СИРОВИНИ)

*О.Г. Білашенко *, С.О. Кравець **, О.К. Тяпкін ***

** Національний гірничий університет; ** Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ*

1. Екологічна ситуація, що склалася в регіоні видобування та первинної переробки уранової сировини (Дніпропетровська та Кіровоградська області), як і в Україні в цілому, формувалася протягом тривалого періоду, не зважаючи на об'єктивні закони розвитку та поновлення природно-ресурсних комплексів. У результаті створилася структурна деформація господарського комплексу, при якій перевага віддавалася розвитку ресурсодобувних і переробних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Крім того, радіологічна ситуація в регіоні по своїй складності і напруженості для навколишнього середовища в цілому й здоров'я населення, у тому числі майбутніх поколінь, не має аналогів на Україні. Тут протягом більш 50 років, здійснювалися (Східний гірничо-збагачувальний комбінат, ВО «Придніпровський хімічний завод» та інші підприємства) наступні виробничі й технологічні процеси: руднична розробка і підземне вилуговування уранових родовищ; доменна виплавка уранзалізовмістних руд; вилучення солей урану з уранових руд, їх концентратів і доменних шлаків уранзалізовмістних руд; поховання радіоактивних відходів видобутку та збагачення уранових руд тощо. В результаті через погіршення стану всіх компонентів природних ландшафтів, порушення основних соціально-економічних функцій цих ландшафтів, активізацію несприятливих природно-техногенних процесів та вичерпання екологічної ємності природних ландшафтів в цілому під загрозою опиняється екологічна безпека функціонування населених пунктів регіонів.

2. Для вирішення основних еколого-економічних проблем цього регіону була розроблена Державна програма його сталого розвитку (постанова Кабінету Міністрів України № 1691 від 16.12.2004 р.). На сучасному етапі для ефективної реалізації її захо-

дів необхідно визначення границь окремих зон зазначеного регіону. Для вирішення цієї задачі може бути використаний досвід визначення показника техногенного навантаження на територію з використанням інформації про параметри виробництва і виникаючого (в першу чергу радіоактивного) забруднення природного середовища [1,2,3]. У площинному відношенні оцінити сумарну величину техногенного навантаження дозволяє співставлення інформації про густоту різних транспортних магістралей з даними про видобувну і обробну промисловість. Формально ця процедура виглядає в такий чиним. Під техногенним навантаженням G_t розуміється сумарний вплив транспорту і промисловості, а також техногенне радіоактивне забруднення з відповідними ваговими коефіцієнтами K (конкретні значення цих коефіцієнтів стосовно умов регіону, що розглядається, наведені у [3])

$$G_t = \sum_{i=1}^6 K_i^L \times L_i + \sum_{j=1}^{10} K_j^S \times S_j + \sum_{n=1}^3 K_n^F, \quad (1)$$

де L_i – довжина магістралей i -го виду транспорту; S_j – частка площі ковзного вікна, займана j -им об'єктом.

3. При цьому у зв'язку особливою актуальністю для України (у світлі аварії на Чорнобильській АЕС) проблеми наявності техногенного радіоактивного забруднення максимальний ваговий коефіцієнт мають прояви перевищення природного γ -фону і розвиток у часі площинного забруднення території радіонуклідами. В основу технології прогнозування розвитку радіологічного стану промислово розвинених регіонів P покладено припущення про зміну сучасного стану M розподілу радіонуклідів в усіх геосферах, зумовленого поєднанням природних і антропогенних чинників, під впливом сукупності техногенних (здебільшого аварійних) процесів F . Тоді як M , так і F є функціями, аргументом яких є збільшення часу Δt .

$$M(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i \quad \text{та} \quad F(\Delta t) = \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot A_j \quad (2)$$

$$P(\Delta t) = M(\Delta t) + F(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot A_j \quad (3)$$

4. Параметри C_i і A_j у (2) і (3) є просторовими складовими оцінок радіоактивного забруднення різних геосфер (літосфери, гідросфери, атмосфери). Конкретне їх поєднання наведено у [2,3]. Коефіцієнти k_i і k_j' корегують просторові оцінки C_i і A_j відповідно до умов життєдіяльності людини на основі діючої нормативно-регламентуючої бази. Ці коефіцієнти визначаються як співвідношення існуючих або прогнозованих радіологічних параметрів і нормативно встановлених граничнодопустимих. Нормовані до одиниці

$$M_{\max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i, \quad \text{коли } \Delta t \rightarrow 0 \quad \text{та} \quad F_{\max} = \sum_{j=1}^m k_j' \cdot A_j, \quad \text{коли } \Delta t \rightarrow \infty \quad (4)$$

$$P_{\text{short}} = P(\Delta t) \rightarrow M_{\max}, \quad \text{коли } \Delta t \rightarrow 0, \quad \text{так як } M(\Delta t) \rightarrow M_{\max} \text{ і } F(\Delta t) \rightarrow 0 \quad (5)$$

$$P_{\text{long}} = P(\Delta t) \rightarrow F_{\max}, \quad \text{коли } \Delta t \rightarrow \infty, \quad \text{так як } M(\Delta t) \rightarrow 0 \text{ і } F(\Delta t) \rightarrow F_{\max} \quad (6)$$

5. На сучасному етапі соціально-економічного розвитку України достатньо складно визначити ймовірність аварійних "позаштатних" ситуацій на конкретних об'єктах ядерного паливного циклу, в тому числі в місцях видобутку й складування радіоактивних відходів. В такому випадку довгостроковий прогноз зміни радіаційного навантаження, паритетно суміщений з оцінкою сучасної радіологічної ситуації, є не тільки елементом ландшафтно-екологічного прогнозу, але і представляє собою складову частину характеристики стійкості ландшафтних

коефіцієнти $K1_i$ і $K2_j$ є функціями збільшення часу. Тоді як перша є убуваюча, друга – зростаюча, що є своєрідним відображенням значної потенційної переваги сукупності можливих наслідків аварійних ситуацій над рівнем сучасного радіологічного навантаження. Максимальні значення цих коефіцієнтів відповідають максимумам функцій M і F , що в свою чергу є граничними оцінками короткострокового (оперативного) P_{short} і довгострокового P_{long} прогнозів розвитку радіологічної ситуації у регіоні.

комплексів регіону до негативного впливу техногенного характеру:

$$P_{\max} = M_{\max} + F_{\max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m k_j' \cdot A_j \quad (7)$$

6. Формалізоване нормування показника G_r з урахуванням просторового розподілу P_{\max} дозволяє виділити в середині регіону, що розглядається, дві зони навколо об'єктів ядерно-паливного циклу та з'єднуючих транспортних магістралей (із відповідним віддаленням меж): впливу – 10-30 км та можливого впливу – 10-40 км.

Перелік посилань

1. Шапарь А.Г., Тяпкин О.К. Экогеофизические аспекты районирования промышленно и техногенно-нагруженных регионов // Доповіді Національної академії наук України. – 1999. – № 3. – С. 133-137.
2. Тяпкин О.К. Прогнозирование развития радиологической обстановки в условиях юго-востока Украины // Доповіді Національної академії наук України. – 2001. – № 10. – С. 116-120.
3. Tyarkin O.K., Shapar A.G., Troyan J.G. The Prediction of Changes of a Radiological Situation of Industrial Advanced Regions of NIS // EAGE 63rd Conference and Technical Exhibition. – Amsterdam, The Netherlands, 2001. – v.2. – Paper P233. – 4 p.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

М.Г. Бондаренко

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, Київ

Для оцінки впливу діючих підприємств на навколишнє природне середовище, прогнозування впливу підприємств, що проєк-

туються, складання державної та галузевої звітності, розробки стратегії охорони природи необхідною є інформація про валові ви-

киди забруднюючих речовин по кожному підприємству.

Якщо розглядати теплові електростанції та котельні, їх викиди в атмосферу суцільно обумовлені продуктами згоряння органічного палива в енергоблоках. Для визначення обсягу цих викидів найчастіше використовується розрахунковий метод, використання якого передбачає наступні етапи: збір інформації щодо паспортних та експлуатаційних характеристик енергоблоків та систем очищення; збір інформації щодо елементного складу та кількості палива, що було використане за звітний період; приведення зібраних даних до форми, що придатна для розрахунку; розрахунок, та оцінка отриманих результатів.

Методика розрахунку викидів базується на показнику емісії. Він характеризує питому кількість забруднюючої речовини, яку викидає енергетична установка разом з димовими газами при згорянні кількості палива, необхідної для виробництва одиниці енергії.

Валовий викид j -ї забруднюючої речовини E_j , що викидається енергетичною установкою до атмосфери разом з димовими газами за проміжок часу P , визначається як

сума валових викидів цієї речовини при спалюванні різних видів палива, в тому числі при їх спільному спалюванні:

$$E_j = \sum_i E_{ij} = 10^{-6} \sum_i k_{ij} B_i Q_i',$$

де k_{ij} – показник емісії j -ї забруднюючої речовини при спалюванні i -го палива, г/ГДж; B_i – витрата i -го палива за проміжок часу P , т; Q_i' – нижня теплота згоряння i -го палива, МДж/кг.

Нами було створено програмний продукт, що використовує розрахункові методи для оцінки обсягу викидів енергетичних установок підприємств. У першій версії, що отримала назву «ОВЗВ. Версія 1.0» реалізовано методичку розрахунку валових викидів таких забруднюючих речовин: речовини у вигляді суспендованих твердих часток; оксид сірки SO_x в перерахунку на двоокис сірки SO_2 ; оксид азоту NO_x в перерахунку на двоокис азоту NO_2 ; оксид діазоту N_2O ; оксид вуглецю CO ; двоокис вуглецю CO_2 ; метан CH_4 ; важкі метали та їх сполуки.

Розроблений програмний продукт дозволяє оцінювати викиди існуючих підприємств, а також підприємств, що проєктуються, може використовуватись при проведенні інвентаризації викидів підприємства.

СИНАНТРОПНІ РОСЛИНИ ЯК ОБ'ЄКТ ФІТОМОНІТОРИНГУ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ДОНБАСУ

О.З. Глухов, С.І. Прохорова

Донецький ботанічний сад НАН України, Донецьк,

Донбас – один з найбільш техногенно напружених регіонів України. Природні ландшафти збереглись тут на 12 – 13 % території [1]. Решта земель порушена промисловістю, на них спостерігаються активні процеси деградації та синантропізації рослинного покриву.

Синантропні рослини, тобто ті, позиція яких в складі рослинних угруповань посилюється при зростанні антропогенного впливу, в багатьох випадках розглядаються як не продуктивні і не бажані для людини, це переважно так звані бур'яни [2,4]. Лише в окремих роботах наголошується, що рослини, які спонтанно поселяються на порушених землях, є природними фітомеліорантами, а також природними зеленими фільтрами, що затримують пил та очищують повітря від шкідливих домішок [3,5].

В сучасному Донбасі види, які здатні існувати в антропогенно трансформованих умовах, для людини є корисним інструментом щодо вивчення деяких факторів техногенного середовища та прогнозування подальшого його стану. У зв'язку з тим, що синантропні рослини нерозривно пов'язані з антропогенно трансформованим середовищем, специфічні екологічні фактори якого є складовою їх місцезростання, вони єдині виступають як об'єкт індикації постійного та інтенсивного техногенного забруднення.

Фітоіндикацію можна проводити на різних рівнях організації рослин – від клітинного до ландшафтного. Вже сама присутність деяких видів рослин може свідчити про ті чи інші характеристики техногенно забрудненого ґрунту, повітря, води. Найявність у рослин різноманітних пошкоджень

та терат також може вказувати на стан середовища, в якому вони зростають.

Одним із методів для фітомоніторингу техногенного середовища Донбасу, що об'єктивно відбиває ступінь забруднення, є індикація за допомогою показників відносної мінливості деяких морфологічних ознак синантропних видів рослин, а саме – *модулів морфологічної мінливості*, що вперше виділені нами. Періодичне маркування за ци-

ми модулями локальних територій протягом певного часу та складання фітоекологічних схем-карт на цій основі забезпечує візуалізацію стану техногенного середовища та його моніторинг.

Отже, синантропні рослини на антропогенно порушених територіях, окрім функції оптимізації середовища, є вдалими об'єктами і чутливими *біомаркерами* для проведення екологічного фітомоніторингу.

Перелік посилань

1. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры. – К.: Наукова думка, 1991. – 168 с.
2. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. – 208 с.
3. Промышленная ботаника / Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Бакланов и др.. – Киев: Наукова думка, 1980. – 260 с.
4. Протопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. – Киев: Наукова думка, 1991. – 204 с.
5. Соломаха В. А., Костильов О. В., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Синантропна рослинність України. – К.: Наукова думка, 1992. – 250 с.

ПРИРОДНИЙ УРАН У ВОДНИХ БІОЦЕНОЗАХ РР. ЖОВТА ТА ІНГУЛЕЦЬ

С.Ю. Гонтар *, *О.Ю. Зайченко* **, *А.І. Дворецький* **

* Гімназія ім. Л. Українки, Жовті Води;

** Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпропетровськ

Придніпровський регіон України є одним з найбільш несприятливих за ступенем радіоактивного забруднення оточуючого середовища, що визначається особливостями формування природного радіаційного фону, дією радіонуклідів чорнобильського походження, що проникають в усі ланки водних екосистем. Але головною причиною є наслідки роботи підприємств первинного ядерно-паливного циклу. Місто Жовті Води Дніпропетровської області – єдине в Україні місто, де з 50-х років проводився видобуток і переробка уранової сировини – основи ядерного палива для атомної енергетики. Відходи видобутку урану складувалися на протязі великого періоду у хвостосховищах відкритого типу (балки «Р», «Щ» та ін.) на площі водозбору р. Жовта, і по 2006 р. існував стік у річку з хвостосховища "Р", що й обумовлював її забруднення. Хвостосховища є потенційними джерелами надходження техногенно-посилених природних радіонуклідів, в першу чергу, уранового ряду (U-238, U-234) у навколишнє середовище і призводять до його значного радіоактивного та хімічного забруднення, яке безпосередньо або

за шляхами міграції через абіотичні та біотичні компоненти екосистем відображається на стані здоров'я населення. Про актуальність цієї проблеми свідчить прийняття Державної програми по м. Жовті Води.

Ріка Жовта, яка протікає у м. Жовті Води, сама не є водоймою питного призначення, але її води потрапляють у р. Інгулець і далі у Карачунівське водосховище, що є джерелом питного водопостачання для м. Кривий Ріг. Аналогічну функцію для м. Жовті Води виконує Іскрівське водосховище, що розташоване на р. Інгулець вище впадіння р. Жовтої.

Враховуючи те, що в даному регіоні і взагалі у Придніпров'ї водні екосистеми й біота підлягають дії екопатогенних факторів різної природи з провідною роллю внутрішнього опромінення за рахунок радіонуклідів, які мають ще й токсичні властивості, на протязі 2006-2007 рр. проводили моніторинг вмісту природного урану у воді, донних відкладах та зануреній рослинності рр. Жовта та Інгулець, простежуючи шляхи його міграції.

Встановлено, що вміст урану у воді Іскрівського водосховища не перевищує нор-

матив (1 Бк/л) і значно знизився у порівнянні з попередніми роками. У воді рр. Жовта та Інгулець не виявлено жодного перевищення тимчасово допустимих рівнів урану (4,2 Бк/л), прийнятих на період 2004-2006 рр. Таке зниження, ймовірно, відбулося після закриття в 2006 р. стоку з хвостосховища "Р". При вивченні змін вмісту радіонукліду по точках вниз за течією виявлено принципово різний характер цих змін для рр. Жовта та Інгулець, що пояснюється особливостями водних екосистем та гідрології цих річок. Сезонні зміни вмісту урану відмічені для донних відкладів і, особливо, для водної рослинності: його накопичення в цих складових водних екосистем восени перевищувало весняні показники до 1,5 разів. Грунти виявились більш забрудненими у р. Інгулець, особливо в Іскрівському водосховищі, так як мули сильно накопичують уран. У 2006 р. більш забрудненою ураном була рослин-

ність р. Жовтої. Але в наступному році, завдяки припиненню дренажного стоку з хвостосховища «Р», вміст урану у рослинних гідробіонтах р. Жовта зменшився у 1,5-2 рази, й більш забрудненою виявилась рослинність Іскрівського водосховища, ймовірно, за рахунок сильної акумуляції урану мулами. У перерозподілі урану в водних екосистемах рр. Жовта та Інгулець головну роль відіграють донні відклади, що особливо виражене в Іскрівському водосховищі, де міцні шари мулів накопичують велику кількість урану. Але це є причиною затримки радіонукліду у кругообігу речовин даної водної екосистеми, тоді як у випадку р. Жовта він досить легко видаляється з током води. Таким чином, донні відклади та занурена рослинність є міцними факторами очищення води, особливо у р. Інгулець, але в подальшому вони самі можуть бути джерелами її вторинного забруднення.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ СТЕПУ УКРАЇНИ

В.А. Горбань

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Україна

Ерозія ґрунтів – найбільш широко розповсюджена форма ґрунтової деградації (Lal, 2003; Warren, 2007). В Україні щорічно від ерозії втрачається від 300–400 до 500–600 млн. т ґрунту. Тільки вітрової ерозії (дефляції) систематично піддаються площі понад 5 млн. га (Рижук, 2001). Найбільш інтенсивно вітрова ерозія ґрунтів проявляється під час пильових бур, які вже почали спостерігатися у південних районах України (Травлев и др., 2007; Горбань, 2008).

Так, наприклад, пиловою бурею 2007 р. охоплено 125 тис. кв. км, що становить майже 20 % площі України, або 50 % площі всієї степової зони (Зубец, 2008). В умовах, що склалися на сьогоднішній день, особливої актуальності набуває практичне виконання постанови Кабінету Міністрів України від 29.04.02 р. № 581 «Про затвердження Державної програми «Ліси України» на 2002–2015 рр.», спрямованої на збільшення площі лісів на 2,5 млн. га протягом 15 років. Саме лісонасадження, як показали багаторічні дослідження (Сус, 1949; Бельгард, 1971; Белова, Травлев, 1999), є найбільш

ефективним засобом боротьби з вітровою ерозією ґрунтів у степовій зоні.

Економічні збитки від вітрової ерозії ґрунтів (E – expenditure) зумовлені трьома головними факторами: видуванням (W – wind) та відкладенням (D – deposit) дрібнозему, а також запиленням атмосфери (P – pollution) ґрунтовими частками (1).

$$E = W + D + P, \quad (1)$$

при чому $W > D > P$.

Шкода, завдана видуванням дрібнозему, зумовлена втратою поживних речовин (a), органічних речовин та гумусу (b), а також механічним пошкодженням насіння та рослинності (c), та ін. (2).

$$W = a + b + c + \dots \quad (2)$$

Збитки, що спричинені відкладенням дрібнозему, визначаються засипанням посівів та лісосмуг (d), похованням родючого шару ґрунту (e), утворенням відкладів на дорогах, замуленням річок (f) та ін. (3).

$$D = d + e + f + \dots \quad (3)$$

Втрати внаслідок запилення атмосфери ґрунтовими частками зумовлюються зменшенням інтенсивності фотосинтезу (g) та загальної продуктивності (h) рослинності, змі-

нами енергетичного режиму територій (j) та ін. (4).

$$P = g + h + j + \dots \quad (4)$$

Для економічної оцінки наслідків вітрової ерозії ґрунтів необхідне детальне дослідження кожного процесу, що їх зумовлюють. Найбільш повно досліджено процеси видування дрібнозему, найменш – процеси забруднення атмосфери ґрунтовими частками та їх наслідки.

Зараз в Україні інтенсифікуються дослідження процесів (ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» УААН – під керівництвом член-кор.УААН С. Ю. Булигіна) та наслідків (Дніпропетровський національний університет – під керівництвом член-кор. НАН України А. П. Травлеєва) вітрової ерозії ґрунтів, яка є однією з найголовніших причин деградації та втрати чорноземів степової зони України.

Перелік посилань

1. Белова Н. А., Травлеєв А. П. Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис). – Д.: ДГУ, 1999. – 348 с.
2. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
3. Горбань В. А. Рациональное использование золотых отложений лесных культурбиогенозов степной зоны Украины // Фундаментальные достижения в почвоведении, экологии, сельском хозяйстве на пути к инновациям: Тезисы докладов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М: МГУ, 2008. – С. 66-67.
4. Зубец М. В. Эрозия ґрунтов – угроза их плодородию // Голос Украины. – 2008. – № 32 (4282). – С. 9.
5. Рижук С. М. Екологічні аспекти ґрунтового покриву України // Стан земельних ресурсів в Україні: проблеми та шляхи вирішення. Збірник доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001. – С. 3-5.
6. Сус Н. И. Эрозия почв и борьба с нею. – М.: Сельхозиздат, 1949. – 352 с.
7. Травлеєв А. П., Resio Epejo J. M., Белова Н. А., Кузнецов Е. В., Балалаев А. К., Кузнецов В. Е. Микроморфология лессиважных процессов в байрачных лесных черноземах степной зоны Украины // Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8. - № 1-2. – С. 6-24.
8. Lal R. Soil erosion and the global carbon budget // Environment International. – 2003. – 29. – P. 437-450.
9. Warren A. Sustainability: A view from the wind eroded field // Journal of Environment Science. – 2007. – 19. – P. 470-474.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ И УРОВЕНЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Д.В. Горобченко

Сумский государственный университет, Украина

Функционирование социально-экономической системы любого государства является основой потенциала его дальнейшего развития. Однако возникающие ресурсные, экономические, социальные и экологические кризисы обуславливаются во многом деятельностью все той же системы. Поэтому целенаправленное снижение интегральной экологической нагрузки от процессов производства и потребления является глобальной жизненно важной проблемой всего мирового сообщества в контексте перехода к устойчивому развитию.

Основой экономической оценки экологически негативного воздействия на окружающую среду может являться экологиче-

ский ущерб. Он определяется в стоимостном выражении как форма убытков в народном хозяйстве от экодеструктивной деятельности хозяйствующих субъектов.

Для укрупненных расчетов экономического ущерба, в тех случаях, когда нет возможности непосредственной возможности определить значения концентраций ингредиентов, была разработана методика, в которой необходимая связь между значениями концентрации и выбросов вредных веществ определяется с помощью эмпирических коэффициентов.

Методика позволяет оценивать укрупненный размер убытка. Расчетная формула имеет вид

$$L_s = k_p \sum_{i=1}^n Em_i \cdot \sigma_i \cdot y_i \cdot f_i,$$

где k_p - усереднений регіональний коефіцієнт; σ_i і f_i - безрозмірні поправки, учитливаюча структуру факторів восприяття в зоні активного загрязнення і характер рассеивания вредного вещества; y_i - удельный убыток от выбросов 1 тонны i -го вредного вещества; Em_i определяет количество выброшенного в окружающую среду i -го вредного вещества.

Для того, чтобы определить, как показатель удельной экологической нагрузки и основные факторы производства (труд и капитал), проведем декомпозицию параметра

$$Em_i = \frac{Em_i}{Y} \cdot \frac{Y}{K} \cdot \frac{K}{L} \cdot L.$$

СИСТЕМА ЕКОЛОГО-СОЦІО-ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЯК ЧАСТИНА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ РЕГІОНУ

Н.В. Ільченко, Л.М. Козлова

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Ефективність державного впливу на регіони безпосередньо залежить від достовірної, належним чином систематизованої та своєчасної інформації про стан регіону в його динаміці, об'єктивного аналізу такої інформації та прогнозування на його основі подальшого розвитку регіону. Оптимізувати будь-яку систему, явище чи процес також можна лише за умови обґрунтованого управління ними і постійного стеження за тим, чи набувають вони бажаних (оптимізованих). Найбільш ефективною інформаційно-аналітичною базою державного регулювання регіонального розвитку є система регіонального моніторингу. Вона має не лише пізнавальне і наукове, але й, насамперед, прикладне значення.

За рівнем організації моніторинг поділяють на:

- державний;
- регіональний;
- локальний (об'єктний).

Це зумовлює спостереження різного ступеню деталізації і щільності у часі і просторі, продиктованих масштабом і характером задач, покладених на нього. Створення еколого-соціо-економічного моніторингу, як частини системи управління розвитком регі-

С учетом вышеприведенной декомпозиции перепишем убыток для i -го вещества как:

$$L_{s_i} = k_p \cdot \sigma_i \cdot y_i \cdot f_i \cdot \frac{Em_i}{Y} \cdot \frac{Y}{K} \cdot \frac{K}{L} \cdot L.$$

Основным требованием во многих исследованиях, посвященных проблемам перехода к устойчивому развитию, является необходимость опережающего роста экологической эффективности производства и потребления над темпами роста экономики.

Таким образом, по имеющимся статистическим данным можно определить, как на экологический ущерб влияют технологические и экологические показатели функционирования социально-экономических систем, а также перспективы перехода к устойчивому развитию.

ону, повинно базуватися на наступних принципах: принципі об'єднання існуючих інформаційних служб; принципі інформаційної достатності системи; принципі інформаційної відкритості системи моніторингу; принципі відкритості для розвитку; принципі проблемної організації; принципі пріоритетності управління; принципі цілісності; принципі оперативності; принципі відповідності; принципі прогнозованості; принципі науковості.

В ідеалі всі системи моніторингу повинні бути взаємопов'язані поміж собою у відповідності з ієрархічною побудовою систем моніторингу відповідного рівня детальності, а методичні положення, що лежать в основі моніторингу певного рівня повинні враховувати його специфіку. На жаль, відсутність такої системи моніторингу в Україні значно звужує можливості органів влади і управління обирати адекватний інструментарій при здійсненні регулювання розвитку регіонів.

Для кількісного визначення рівня сталого розвитку регіону необхідне створення інтегрованої системи збору, накопичення, аналізу та інтерпретації еколого-соціо-економічної інформації про хід і тенденції розвитку те-

риторії, яка б відрізнялася від традиційної системи статистичної інформації.

Відмінність регіонального моніторингу від традиційного аналізу господарської діяльності підприємств полягає у предметі, цілях та засобах. В той час, коли традиційний аналіз господарської діяльності слугує базою для складання планів, еколого-соціо-економічний регіональний моніторинг здійснюється для прийняття рішень. У складі еколого-соціо-економічного моніторингу традиційні функції збору, обробки та аналізу інформації певним чином модифікуються.

Від стандартної статистичної технології моніторинг відрізняється:

- цільовим характером спостережень з орієнтуванням на тенденції та локальні зміни, можливості виникнення несприятливих та ризикових ситуацій;
- інтегрованим обліком еколого-соціо-економічної інформації, включенням до сфери спостереження, накопичення та аналізу кількісних та якісних (не числових) даних, а також «статистики зв'язку», «статистики факторів» та інших видів результатів обробки даних. Тобто, якщо розуміти «статистику цифр» як визначення ізольованого явища (показника), а «статистику зв'язків» як характеристику взаємовідносин двох або декількох фіксованих явищ (показників), то у еколого-соціо-економічному моніторингу виникає необхідність організації ще й «статистичних факторів» - коли зафіксовано одне явище, а досліджується як його зв'язки так і ціле коло явищ, які впливають на нього;
- широким використанням комп'ютерних методів представлення, обробки та візуалізації інформації.

Моніторинг також повинен діяти як механізм „зворотного зв'язку” між системою розробки екологічних нормативів та перевіркою на натурних об'єктах їх адекватності для оперативного корегування.

Об'єктивна необхідність моніторингу території обумовлена просторовою обмеженістю наявних ресурсів, варіантністю напрямків і способів природокористування, неоднозначністю економічних, соціальних та екологічних результатів діяльності. Для регіонів, що характеризуються низькою освоєністю ресурсів, слід здійснювати моніторинг ресурсної бази з метою виявлення пріорите-

тних точок росту. За допомогою моніторингу будуть виявлятися ресурси, які матимуть стратегічне значення у нарощуванні виробничого потенціалу регіону або створенні нових галузей або нових продуктів. Створенню системи регіонального моніторингу повинна передувати наукова розробка цього питання, з'ясування його суті, структури, призначення.

Діагностика регіонального розвитку передбачає виявлення диспропорцій, структурних деформацій і недоліків. Важливе значення при здійсненні регіональної діагностики має застосування системи індикаторів, для побудови якої вибирають ті показники та характеристики, що можуть відбивати наявність чи відсутність певних проблем у розвитку регіону. Завдання діагностики впливають на склад індикаторів і засоби діагностики.

Ряд фахівців пропонують здійснювати діагностику потенціалів: природно-ресурсного, демографічного, економічного, екологічного, а також діагностику динамічних якостей регіону, галузевої, функціональної та територіальної структури, комплексності господарства тощо.

Логічним продовженням є розробка прогнозування розвитку. Мета прогнозування регіонального розвитку полягає у визначенні соціального, економічного та екологічного варіантів розвитку, за яких забезпечувалося б максимальне використання позитивних і нейтралізація негативних регіональних факторів, а також узгодження загальнодержавних і регіональних інтересів з метою забезпечення соціально орієнтованого, збалансованого розвитку регіонів.

Прогноз розвитку регіону – це науково обґрунтоване судження про можливий стан регіону в майбутньому, про альтернативні шляхи, строки і методи досягнення цілей регіонального розвитку.

Еколого-соціо-економічний моніторинг, як частиною системи управління регіональним розвитком, є соціально організованою безперервною (систематичною) системою спостереження та короткострокового прогнозування динаміки важливих екологічних, соціальних та економічних процесів з метою їх аналізу, ідентифікації та визначення факторів, які підлягають регулюванню, для підготовки і прийняття рішень.

ІНТЕГРОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДЗЗ, НАЗЕМНИХ ВИМІРІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОСИСТЕМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДКЛАДЕНИХ СОЦІО - ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З НАДЗВИЧАЙНИМИ СИТУАЦІЯМИ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

*І.М. Копачевський *, Ю.В. Костюченко *, О.О. Рукин **, В.А. Никоненко ***

** Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України; ** Національний технічний університет України, Інститут прикладного системного аналізу, Київ*

Метою поставленої роботи є оцінка відкладених соціальних та екологічних ризиків, пов'язаних з наслідками надзвичайних ситуацій техногенного характеру через визначення найбільш вірогідних шляхів міграції забруднювачів, аналіз детальних метеорологічних даних та даних вимірів концентрації забруднень навколо місця аварії, а також даних супутникового спостереження земної поверхні. результатом такого розгляду є визначення основних проблем, пов'язаних з вивченням ситуації та наявних пробілів в інформаційному забезпеченні, порівняльний аналіз наявного світового досвіду у визначенні соціально-екологічних наслідків техногенних аварій та забруднень, окреслення шляхів моніторингу постраждалого регіону, визначення та зменшення можливих ризиків і загроз, на прикладі техногенної аварії 16 липня 2007 року у Львівській області.

Методологія, що використовувалася для підвищення достовірності прогнозу розповсюдження забруднювачів, базується на аналізі даних гідрометеорологічних спостережень та результатів вимірів концентрацій забруднювача по території. Джерелом даних про характер земних покривів та стан природних систем в регіоні слугують топографічні карти та дані супутникової зйомки. Було використано дані супутників Landsat ETM та EOS Terra MODIS (які належать відповідно USGS та NOAA).

На основі статистичного аналізу гідрометеорологічних даних розраховано тренди змін ключових метеорологічних параметрів і

визначено базові характеристики руху забруднювача. Виходячи з аналізу показників термодинамічної та окремо розрахованої радіаційної температури, визначено періоди активного горіння фосфору, які характеризуються максимальними показниками вертикального руху забруднювача.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок про масштаби можливих наслідків аварії. Забруднення розповсюджувалося переважно в північному напрямі у вигляді конусу з розмірами близько 650 – 700 км за меридіональним напрямом і близько 400 км за широтним. Ширина конусу розповсюдження склала в максимумі близько 600 км. Таким чином площа території, що зазнала впливу забруднювача складає від 2800 до 3000 квадратних кілометрів, охоплює три адміністративних області України і частину території Польщі. Територія характеризується наявністю різноманітних природних ландшафтів, в тому числі таких, що знаходяться під охороною (тобто екологічно чутливих), високим ступенем водності, а з точки зору соціальних ризиків – наявністю щільної та розвинутої промислової та соціальної інфраструктури.

Використовуючи згадані дані, було розраховано ризики для здоров'я населення та потенційний розподіл ризику зниження біологічної та економічної продуктивності ландшафтів та окреслено основу для розробки оптимальної стратегії зменшення збитків на основі моніторингу території протягом одного вегетаційного сезону.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ПИГМЕНТОВ ФИТОПЛАНКТОНА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Е.Н. Корчемкина, Е.Б. Шибанов, М.Е. Ли

Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь

Фитопланктон является важным элементом в экологическом мониторинге морской среды. По его концентрации в воде можно судить о наличии в воде питательных ве-

ществ и, следовательно, о продуктивности водных масс. Эффективным средством такого мониторинга является дистанционное зондирование в видимом диапазоне. Для

этого служат спутниковые сканеры цвета моря, например, широко используемые в настоящее время SeaWiFS и MODIS-Aqua. Однако слабым местом дистанционного измерения является необходимость атмосферной коррекции данных и валидации алгоритмов определения концентрации хлорофилла по измеренному спектру коэффициента яркости моря. Практика показывает, что для вод типа 2, к которым относятся прибрежные воды Черного моря, лучшие результаты получаются при использовании не глобальных алгоритмов восстановления концентрации хлорофилла, а локальных, учитывающих биооптические особенности акватории [Gordon H.R., Wang M. Retrieval of water-leaving radiance and aerosol optical thickness over the oceans with SeaWiFS: a preliminary algorithm // Appl. Optics. – 1994. – 33, No. 3. – P. 443 – 452]. Кроме того, именно в прибрежных районах стандартные алгоритмы атмосферной коррекции часто приводят к ошибкам в определении вклада моря в восходящую яркость.

Для решения этих проблем разработана методика коррекции спутниковых данных коэффициента яркости, которая служит для частичного устранения ошибок стандартной атмосферной коррекции. Кроме того, предложен региональный алгоритм аналитический алгоритм, позволяющий восстанавливать концентрации пигментов фитопланктона, неживой органики и взвеси в морской воде по этим данным.

Для коррекции рассчитывается значение в

синей области спектра по данным коэффициента яркости в каналах 510 и 555 нм. Для этого используется двухпараметрическая модель коэффициента яркости, учитывающая только неживую органику и взвесь, использующая константы, типичные для Черного моря. Вычисленная поправка распространяется на весь спектр, со спектральным законом, соответствующим спектру погрешности атмосферной коррекции. Полученные на первом шаге значения являются приближенными, и уточняются в нескольких итерациях.

По спутниковым данным коэффициента яркости, скорректированным предлагаемым способом, были рассчитаны карты распределения концентраций хлорофилла. Расчет производился с использованием предлагаемого алгоритма. Значения, полученные с применением коррекции, лучше соответствуют типичным для исследуемого района, чем полученные без нее.

Предложенный способ коррекции позволяет использовать все экспериментальные данные, независимо от погрешности коэффициента яркости. Благодаря знанию свойств черноморских коэффициентов яркости, на конечный спектр меньше влияют ошибки атмосферной коррекции. Результаты, получаемые таким способом, хорошо соответствуют данным биологических измерений. Полученные оценки концентрации хлорофилла дают возможность более точно определять продуктивность исследуемых акваторий и, таким образом, вести мониторинг экологического состояния вод Черного моря.

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Е.А. Котельянец, С.К. Коновалов

Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь

Акватория Керченского пролива относится к сильно урбанизированному району. Это связано с промышленным и гидротехническим строительством, которое ведется на берегах пролива и предпроливных морских акваториях; интенсивным судоходством; функционированием портов и верфей; проведением дноуглубительных работ; сопровождающимся дампингом изымаемых грунтов в подводные отвалы; с авариями морских судов и т.д. Все эти виды антропо-

генной активности сопровождаются поступлением металлов в морскую среду и их накоплением в донных отложениях. Очевидно, что антропогенное вмешательство требует всесторонней научно обоснованной оценки его влияния на природные экосистемы и последствий взаимодействия природных и антропогенных факторов.

Донные отложения являются аккумуляторами поступающих в водоем вредных веществ. Содержание тяжелых металлов в

донных отложениях является объективным показателем загрязнения водоема и общей антропогенной нагрузки на него. Характер распределения тяжелых металлов обусловлен комплексом природных и техногенных факторов. Высокие концентрации металлов в донных отложениях отрицательно воздействуют на все компоненты биоты.

Цель данной работы - исследование особенностей распределения и содержания в поверхностном слое донных осадков As, Ti и тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, Sr, Fe, Mn) в Керченском проливе.

Пробы донных отложений были отобраны во время экспедиции в Керченском проливе, в декабре 2007г. и в марте 2008г. Определение содержания тяжелых металлов в поверхностном слое донных отложений проводилось с помощью рентгенофлуоресцентного метода анализа, позволяющего определять валовое содержание микроэлементов в пробах донных осадков.

Рентгенофлуоресцентный метод анализа удовлетворяет требованиям необходимым для контроля за окружающей средой. Преимущества данного метода это универсальность, определение любого числа элементов, а так же высокая чувствительность и низкие уровни детектирования.

Донные отложения Керченского пролива были представлены илистыми фракциями (алевроито-пелитами). В целом илистые фракции, характеризуются высокой сорбционной емкостью осадков. Наши исследования показали, что загрязнения отобранных проб были не высоки. Антропогенная нагрузка на данные районы не значительна.

Оценка содержания микроэлементов в Керченском проливе проводилась путем сравнения с содержанием этих микроэлементов в поверхностном слое осадков других районов Черного моря, которые включают Севастопольскую бухту, Феодосийский залив, а также фоновые районы открытой части моря.

В результате исследования на некоторых станциях были обнаружены повышенные концентрации кобальта, цинка, железа, хрома и ванадия в донных отложениях Керченского пролива. В частности, было показано, что содержание кобальта и цинка в осадках Керченского пролива в два раза превышает содержание этих элементов в донных отложениях Феодосийского залива. Вместе с тем было показано, что значения содержания Ti, As, Mn, Cu, Cr, Zn, Pb и V в донных отложениях Керченского пролива не превышают геохимического фона.

БИОРАССОЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗВИТИЯ ЯВЛЕНИЯ ВТОРИЧНОГО ГАЛОГЕНЕЗА НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

М.О. Лаврик, Т.И. Долгова

Национальный горный университет, Днепрпетровск

Цель работы заключается в установлении зависимости между деятельностью угледобывающих предприятий и процессом вторичного засоления почв в районе Западного Донбасса, а также разработка и обоснование эффективных методов рассоления почв.

Актуальность. В Украине проблема деградации земель в горнодобывающих районах, в частности, за счет их засоления стоит особо остро, так как ежегодно наблюдается рост техногенной нагрузки на почвы горнодобывающих районов на фоне их природных особенностей, благоприятных для формирования этого явления. Засоленные почвы интразональны, поэтому встречаются в различных почвенно-

климатических зонах. С точки зрения экологической безопасности, процессы вторичного засоления являются одним из направлений ретроэволюции почв, что является следствием снижения их плодородия, угнетения растительности, обеднения видового состава. В горной промышленности основными факторами, инициирующими вторичное засоление почв, являются:

1) сброс высокоминерализованных шахтных вод в пруды-отстойники, естественные водоемы с их последующей инфильтрацией в нижележащие почвенные горизонты;

2) смешение шахтных вод с природными подземными слабоминерализованными водами в результате вскрытия глубинных горизонтов, поднятие уровня «подсолен-

ных» грунтовых вод с развитием процесса засоления почв.

Как указывалось ранее, воздействие горнодобывающего предприятия на окружающую среду многофакторно, поэтому могут развиваться более опасные явления для окружающей среды (например, может наблюдаться повышение миграционной активности тяжелых металлов на фоне измененной реакции среды в почвах, подвергшихся засолению).

В ходе исследований было установлено, что содержание солей в шахтных водах колеблется в широких пределах, их минерализация изменяется в пределах от 1,7 г/дм³ (шахта Юбилейная) до 39,5 г/дм³ (шахта Героев Космоса). По усредненным данным минерализация вод восточной группы (шахта Степная, Юбилейная, Первомайская) составляет 2,2-4,2 г/дм³. Шахтные воды западной группы шахт, за исключением шахты Павлоградская (4,1 г/дм³), характеризуются высокой минерализацией, составляющей 8,1-30,2 г/дм³. При этом водообильность шахт, в среднем, составляет 2,5 м³ на 1 тонну добытого угля. В этом объеме воды содержится до 8-10 кг растворенных солей.

Шахтный водоотлив для шахт центральной группы составляет в среднем 30,43 тыс. м³/сут, для восточной группы - 94,12 тыс. м³/сут.

Во всех без исключения пробах содержание хлор-иона и соответственно хлоридных солей превышает фоновые содержания этого компонента в 21,9 раза на расстоянии от пруда-накопителя в 100 м и в 20,6 раза на расстоянии в диапазоне от 500 до 2000 м. То есть, образовался ореол устойчивого засоления хлоридного и хлоридно-сульфатного типа.

В ходе исследования выполнена детальная оценка степени засоления почв по трём показателям: величина солесодержания, содержание хлор-ионов и сульфат-ионов. Эта оценка дала следующие результаты. Проба почвы, отобранная на расстоянии 100 м, является средnezасоленной по всем 3 параметрам. Остальные пробы дали такой результат: по величине солесодержания и содержанию сульфат-ионов их можно отнести к незасоленным, а по содержанию хлор-ионов к средnezасоленным.

Величины солесодержания водной фракции из почв слоя 0,0 - 0,15 м отличаются для различных проб независимо от расстояния незначительно и укладываются в диапазон от 0,16 до 0,18 %.

В настоящее время применяются следующие методы рекультивации засоленных почв: гипсование, промывка, использование карбонатов кальция и гипса самой почвы с помощью глубокой (плантажной) вспашки (самомелиорация солонцов). Так как каждый из указанных методов имеет существенные недостатки: При дренаже, промывках и промывном режиме орошения соли только перераспределяются в почвенном профиле, но не выводятся из биологического круговорота, - актуальность приобретает поиск альтернативных аналогов мелиорации, более эффективных и экономичных. В качестве такого метода нами предлагается метод биологической мелиорации, универсальность которого заключается в возможности адаптации к конкретным особенностям района восстановления почв с помощью выбора растений-мелиорантов. Суть метода заключается в использовании для рекультивации засоленных почв галофитов, обеспечивающих не только восстановление засоленных почв, но и повышение их продуктивности, создание на их месте высокопродуктивных кормовых биоценозов с вовлечением их в сельскохозяйственный оборот, а также улучшение мелиоративного состояния и повышение плодородия почв.

При фитомассе надземной части 18 - 20 т/га галофиты выносят из почвы 8 - 10 т солей с 1 га в год. Кроме того, затеняя почву, галофиты препятствуют испарению и связанному с ним подтягиванию солей в верхний слой почвы. В итоге, на участке, занятом насаждениями галофитов, процесс выноса солей из почвы достигает 10-12,5 тонн в год.

В качестве растений-биомелиорантов могут быть использованы следующие: сведы дуголистная (*Suaeda arcuata*) и заостренная (*S. acuminata*), лебеда серая (кокпек, *Atriplex cana*), климакоптера мясистая (*Climacoptera crassa*), марь белая (*Chenopodium album*), бассия иссополистная (*Bassia hyssopifolia*), солерос, кохия веничная (*Kochia scoparia*), солодки голая (*Gly-*

cyrrhiza glabra) и уральская (*G. uralensis*), польнь солончаковая и другие.

Таким образом, эффективной формулой восстановления засоленных почв Западного Донбасса является биомелиорация почв в сочетании с технологическим усовер-

шенствованием технологии сброса шахтных вод.

Расположение почвы с помощью галофитов является единственным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы.

ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА В УСЛОВИЯХ МОЩНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ

*С.А. Онищенко **, *О.К. Тяпкин ***, *В.В. Цыганенко **

* ЗАО «Полярная геофизическая экспедиция», Новый Уренгой, Ямало-Ненецкий АО, Россия; ** Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,

Днепропетровск

1. Характерной особенностью социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в ближайшие десятилетия является его природно-ресурсная специализация. Как основному газодобывающему региону России этому округу отводится ключевая роль в энергетической стратегии России. Здесь сосредоточено около 33,9 трлн. м³ запасов газа категорий А+В+С₁ и более 8,5 трлн. м³ по категории С₂. Сейчас, наряду с продолжением «срока жизни» уникального Уренгойского месторождения (остаточные запасы газа ~0,6-0,8 трлн. м³), на повестке дня стоит вовлечение в промышленную разработку новых месторождений полуострова Ямал с суммарными запасы газа около 13 трлн. м³ с последующим выходом в район Обско-Газовской губы и арктического континентального шельфа. Таким образом, уже в ближайшие два десятилетия предстоит освоение новой газовой провинции, характеризующейся крайне сложными климатическими условиями, «хрупкой» природной средой, практически полным отсутствием промышленной и социальной инфраструктуры. И, в свете этого все более актуальной задачей становится экологически сбалансированное освоение ресурсов земных недр, т.к. оно неизбежно будет сопровождаться увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду. При этом основная проблема заключается в том, чтобы оценить, в каких масштабах возможно вторжение в естественные природные процессы с точки зрения охраны окружающей среды и здоровья населения.

2. В общем случае инженерно-строительным работам по созданию

промышленных объектов и коммуникаций эксплуатируемых месторождений предшествует обязательный этап инженерно-геологических изысканий. Основная задача последних заключается в обеспечении устойчивости и сохранности проектируемых сооружений при длительных эксплуатационных нагрузках без каких-либо опасных деформаций. Указанное требование должно выполняться для всего объема породы, вовлекаемого в сферу влияния инженерного сооружения, т.е. для всего горного массива, под которым понимается структурно-обособленная часть земной коры в сфере возможного инженерного воздействия (в разведочной геофизике – верхняя часть геологического разреза – ВЧР). Для определения пригодности конкретного массива горных пород ВЧР для строительства и прогноза его возможных экологических последствий необходимо выполнить комплексные инженерно-геологические исследования с целью получения характеристики структурно-тектонических условий строительства, количественной оценки деформационных, прочностных и фильтрационных свойств горных пород. Однако, как правило, эти инженерно-геологические исследования носят дискретный характер и позволяют изучить массивы пород лишь в отдельных точках и на ограниченную глубину. Неоценимую помощь здесь могут оказать геофизические методы.

3. Традиционно геофизические методы (преимущественно – сейсморазведка) обеспечивают нефтегазовую отрасль основной информацией о недрах, местонахождении и строении месторождений углеводородов, их основных параметрах (эффективной мощно-

сти, пористости, нефтегазонасыщенности, проницаемости и др.), обеспечивают постоянный контроль за разработкой месторождений. При этом в процессе обработки сейсморазведочных данных при изучении глубинного строения геофизики вынуждены заниматься проблемой скоростной неоднородности ВЧР (для исключения искажающего влияния последней). Мощность ВЧР в различных регионах варьирует от первых десятков до сотен метров (например, в районах развития толщи реликтовой многолетней мерзлоты). Именно такая ситуация имеет место на территории ЯНАО, где повсеместно развит криогенез с «мозаичным» трудно прогнозируемым строением мерзлой толщи как вглубь по разрезу (до глубины ~500 м), так и по латерали. Здесь требование к детальности изучения строения ВЧР возрастает по мере увеличения необходимой детальности решения поставленных геологических задач, и чем точнее модель ВЧР, тем достовернее и успешнее решаются последние. Затрачиваются значительные производственные ресурсы на получение данных о строении и формировании модели ВЧР, которая, как правило, затем нигде не используется. В тоже время, эта модель ВЧР может служить надежной основой при проектировании дальнейших инженерно-строительных работ на территории исследований (устойчивое состояние и безаварийное функционирование любых инженерных сооружений требует размещение их фундаментов на глубинах, где в течение всего года не изменяется плотность пород и сохраняется температурный режим).

4. В сейсморазведке существует большое количество методик определения физических свойств горных пород в их естественном залегании по кинематическим и динамическим характеристикам регистрируемого волнового поля. Существует и практически доказана связь между скоростью распространения упругих волн и упругими свойствами горных пород (модуль упругости, коэффициент Пуассона, пористость, трещиноватость и т.д.). Существенной особенностью сейсморазведочных данных является то, что они получают по всей исследуемой площади с различной степенью пространственной дискретизации: от сети профилей 2×2 км до 0,5×0,5 км с шагом 50-10 м по профи-

лям (для 2D исследований) до сетки 25×25 м (при работах 3D). В настоящее время построена (путем обобщения сейсморазведочных данных ЗАО «Полярная геофизическая экспедиция» за последние два десятилетия) карта скоростей продольных волн ВЧР севера ЯНАО масштаба 1:200000. В настоящее время она охватывает площадь ~ 40 тис. км². На ней отчетливо выделяются участки увеличенной мощности многолетнемерзлых пород (участки с повышенными значениями скорости), а также участки с ее практически полным отсутствием (участки с пониженными значениями скорости, т.н. «растепленные» зоны). Последние тяготеют к рекам или к постоянно действующим транспортным магистралям (в частности, к железной и автодороге Новый Уренгой – Надым). А также некоторые «растепленные» участки охватывают значительные по площади территории, границы которых контролируются реками, что, в свою очередь, свидетельствует о том, что таким образом выделяются отдельные тектонические блоки земной коры. Последнее открывает дополнительные возможности по картированию разломно-блоковой тектоники региона и определению перспектив, связанной с ней нефтегазонасыщенности.

В целом построенная карта может служить основой для проектирования инженерно-строительных работ и в первую очередь по реконструкции действующих и создания новых (в свете указанных выше тенденций по вовлечению в промышленную разработку новых месторождений полуострова Ямал) транспортных магистралей.

5. Такой подход значительно сокращает объем последующих дорогостоящих инженерно-изыскательских работ и повышает их достоверность. Учитывая огромный объем и густоту покрытия территории нефтегазонасыщенных районов ЯНАО сейсморазведочными исследованиями, информация о ВЧР может стать базовой для проектирования дальнейших детальных комплексных геофизических (грави-, магнито-, электроразведочных) исследований как поисковой, так и инженерно-экологической направленности, а также для прогнозирования возможных экологических последствий воздействия инженерных сооружений на окружающую среду. Причем заказчиком такого комплексного подхода изучения ВЧР могут выступать сами добы-

вающие компании, ранее заказавшие проведение геофизических работ на своих лицензионных участках. Для них в случае последующего сооружения промышленных коммуникаций и инфраструктуры предоставляется реальная возможность существенной экономии средств на инженерные изыскания, и, как следствие, повышение рента-

бельности проектов и снижение себестоимости добываемых углеводородов. В конечном итоге в выигрыше будет все общество, поскольку при таком всестороннем комплексном исследовании снижается риск экологических просчетов при проектировании и эксплуатации возводимых инженерных сооружений.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПОГЛИНАННЯ ЦЕЗІЮ-137 ГРАНІТАМИ ІЗ МОДЕЛЬНИХ ТРІЩИННИХ ВОД КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД

О.В. Марініч *, *І.Л. Колябіна* **, *Л.В. Кононенко* **, *Т.І. Коромисліченко* **

* *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»;*

** *Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, Київ*

Одним з наслідків використання ядерної енергетики є утворення та накопичення радіоактивних відходів (РАВ). На даний час найбільш перспективним способом ізоляції довгоіснуючих РАВ є їх розміщення в геологічних формаціях, які є природним бар'єром, що захищатиме біосферу від контакту з радіонуклідами впродовж всього періоду існування небезпеки. При науковому обґрунтуванні безпеки захоронення РАВ особливу увагу необхідно приділяти проблемі взаємодії радіоактивних елементів з геологічним середовищем.

Нами досліджено процес поглинання цезію-137 гранітом Поліської ділянки із двох модельних вод різного типу, які аналогічні за хімічним складом тріщинним водам кристалічних порід: вода №1 - кальцієво-карбонатна, а вода №2 - хлоридно-карбонатно-натрієва. Мінеральний склад граніту (%): серицит – 37, кварц – 28, плагіоклаз – 18, калієвий польовий шпат – 12, слюда – 5.

Для проведення експерименту використовувався подрібнений граніт фракції +0,25-0,125 мм у співвідношенні порода : вода = 1:10.

Кількість сорбованого ¹³⁷Cs визначалась як різниця між початковою та залишковою γ-активністю у розчині. Виділення мобільної форми проводилось методом селективного

вилуговування цезію-137 1М розчином ацетату амонію. Кількість необмінно сорбованого цезію-137 визначалась як різниця між загально сорбованим цезієм та його вмістом у мобільній формі.

В результаті роботи були отримані дані по кінетиці обмінної та необмінної сорбції ¹³⁷Cs гранітами у середовищі двох модельних вод.

Отримані результати дозволили зробити наступні висновки:

1. Для обох типів вод переважна частина цезію-137 (близько 99% та 95% для модельних вод № 1 і № 2 відповідно) сорбується гранітом протягом першої доби. Домінуючим механізмом поглинання цезію-137 з є необмінна сорбція.

2. В цілому загальне поглинання цезію-137 з модельної води № 2 дещо менше, ніж з модельної води № 1, головним чином за рахунок зменшення необмінної сорбції. Це зумовлюється різним вмістом основних конкуруючих елементів (натрію і кальцію) у цих модельних водах.

3. Модельний експеримент щодо поглинання цезію гранітом показав, що за фізико-хімічних умов тріщинних вод кристалічних порід ¹³⁷Cs практично повністю поглинається гранітом, що забезпечить мінімальну міграцію цього радіонукліду у біосферу при геологічному захороненні РАВ.

Перелік посилань

1. Кононенко Л.В., Колябіна І.Л., Коромисліченко Т.І. Кінетика обмінного и необмінного поглинання цезія-137 дерново-подзолистий ґрунотой // Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища. - Київ, 2007. – Вип. 14. – С. 48 – 55.

2. Ізоляція радіоактивних відходів у недрах України (проблеми и можливі рішення). Під ред. Шестопалова В.М. – К.: НИЦ РПИ НАНУ, 2006.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ФЛУКТУАЦИЙ ПРОЗРАЧНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРУПНОЙ ВЗВЕСИ В МОРСКОЙ ВОДЕ

Е.В. Маньковская, В.И. Маньковский

Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь

Одним из способов определения параметров крупной взвеси (среднего размера частиц и их концентрации) в морской воде может служить метод флуктуаций. Суть метода заключается в том, что если через дисперсную среду проходит направленный пучок света небольшого диаметра, то, вследствие хаотичного перемещения частиц, их число в пучке варьирует, и возникают флуктуации прозрачности среды.

Техническая реализация метода флуктуаций несложна и его целесообразно применять для создания оперативных систем наблюдения за динамикой пространственно-временной изменчивости крупнодисперсной взвеси в море. Использование метода флуктуаций эффективно при изучении процессов динамики взвеси в прибрежной зоне и переноса ее вдоль берега во время штормов. Для этих целей в Морском гидрофизическом институте в отделе гидрофизики шельфа совместно с отделом оптики моря создан специальный прозрачномер, входящий в состав измерительного комплекса «Донная станция».

Теория явления показывает, что оптическая плотность среды $\tau_{\text{взв}}$ и дисперсия ее прозрачности D связаны со средним размером и концентрацией частиц. Однако, расчетные формулы, используемые в методе флуктуаций, выведены для случая, когда в дисперсной среде, через которую проходит луч света прозрачномера, ослабляют свет только находящиеся в среде частицы, а сама среда является однородной и свет не ослабляет. В случае, когда средой является морская вода, ослабление света происходит за счет: 1) са-

мой воды, которая существенно ослабляет свет, особенно в длинноволновой области, где производятся измерения флуктуаций прозрачности дисперсной среды; 2) наличия растворенного органического вещества (желтого вещества); 3) наличия взвешенных мелких и крупных частиц.

Прозрачномер измеряет суммарную оптическую плотность всех веществ, составляющих морскую воду, из которой информативной для метода флуктуаций является лишь оптическая плотность крупной взвеси. Оптическая плотность других веществ составляет не флуктуирующий «оптический фон», который необходимо учитывать. Для этого предлагается использовать следующую методику.

Во время измерения флуктуаций прозрачномер регистрирует максимальные значения прозрачности воды, которые характеризуют не флуктуирующий «оптический фон». Эти максимальные значения используются для расчета оптической плотности фона, которая вычитается из измеренной оптической плотности морской среды, и в результате определяется оптическая плотность среды, состоящей из крупной взвеси. При этом в получаемые конечные расчетные формулы не входит начальная интенсивность светового пучка, проходящего через дисперсную среду, что снижает ошибку расчета параметров крупной взвеси.

Предложенная методика положена в основу информационной технологии обработки измерений флуктуаций показателя ослабления направленного света для определения параметров крупной взвеси.

КОНЦЕПЦІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ

Н.В. Романюк, О.А. Романовський

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Те, чого прагнув інститут упродовж 15 років свого існування – здійснилося! 16 листопада 2006 р. проект Концепції переходу України до сталого розвитку був розглянутий і схвалений на спільному засіданні Нау-

кової ради НАН України з проблем навколишнього середовища і сталого розвитку та Національного комітету України з програми ЮНЕСКО „Людина і біосфера”, направлений до Верховної Ради та Кабінету Мініст-

рив України. У лютому номері часопису „Вісник НАН України” за 2007 р. опублікований повний текст цього документу.

Розробка методології вибору стратегії сталого розвитку техногенно навантажених регіонів України була доручена інституту раніше, ніж така постановка питання була оголошена на саміті у Ріо-де-Жанейро 1992 року. На основі отриманих результатів інститут вже у 1996р. видав першу монографію цього циклу „Методичні підходи до вибору стратегії сталого розвитку території”, в якій підсумовувалися напрацювання з цієї теми на прикладі одного із найбільш техногенно навантаженого Придніпровського регіону. Самим складним питанням у стратегії сталого розвитку є вибір показників. Інститут сформулював основні підходи щодо визначення і обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку в умовах техногенно навантажених регіонів. Були визначені нові інтегральні показники, що характеризують рівень природної і техногенної безпеки життєдіяльності населення, якість життя людини, якість навколишнього середовища, його біологічні зміни. На їх основі побудована уніфікована вимірна шкала для оцінок показників системи та прийняття управлінських рішень. Результати такої роботи висвітлені у науковому виданні інституту „Методичні підходи до вибору та обґрунтування критеріїв і показників сталого розвитку різних ландшафтних регіонів України”. До речі, ці показники і уніфікована вимірна шкала майже без змін увійшли до проекту вищеозначеної Концепції.

На сьогодні інститут видав шість монографій стосовно методології вибору стратегії сталого розвитку. Але процес пошуків триває. Проводяться масштабні дослідження за темами НАН України „Розробка наукових основ технологій видобування корисних копалин на принципах гармонізації з природним середовищем відповідно до вимог сталого розвитку”, „Наукове обґрунтування

напрямів зниження відходності господарських комплексів гірничо-металургійних регіонів з метою поетапного досягнення показників сталого розвитку”. Тобто інститут від теоретичних міркувань переходить до вироблення практичних рекомендацій щодо переходу на засади сталого розвитку найбільш складних гірничодобувних регіонів. Хоча і попередні роботи інституту базувалися на конкретних показниках економічного, екологічного і соціального розвитку Придніпровського регіону.

Одночасно інститут вирішує і окремі завдання у рамках стратегії сталого розвитку. Так, ним запропоновані екологоорієнтовані і ресурсозберігаючі технології видобутку корисних копалин відкритим способом з внутрішнім відвалоутворенням; унікальні технології відродження порушених гірничими роботами земель (у першу чергу, відпрацьованих залізорудних кар’єрів глибиною до 300 м, шламосховищ, інших) і створення на них екологічних коридорів; схеми модернізації градирен у гірничо-металургійних комплексах для запобігання „кислотних” опадів, комплексні системи екомоніторингу регіонального, місцевого і об’єктового призначення.

Визначним досягненням інституту стала розробка проекту Державної програми забезпечення сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини, який був затверджений Кабінетом Міністрів України як програма.

Інститут має далекоглядні плани з цього напрямку. Затримка за малим – необхідно, щоб запропонована НАН України Концепція переходу України до сталого розвитку набула законодавчого статусу. Відтоді напрацювання науковців можуть більш ефективно впроваджуватися у виробництво. А головне, Україна зможе досягти високих результатів на принципах гармонійного поєднання економічної, екологічної і соціальної складових свого розвитку.

ХИМИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД

Н.Ф. Усманова, А.А. Фетисов

Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск, Россия

Норильские месторождения медно-никелевых руд содержат в своих недрах

уникальный комплекс не только цветных металлов, но и металлов платиновой группы,

золота. По утверждению специалистов, только норильские месторождения являются по-настоящему комплексными, не имеющими аналогов в мире [1,2]. По сравнению с зарубежными, медно-никелевые руды месторождений Норильска труднообогатимы, так как имеют более тонкую вкрапленность сульфидов. Основным методом обогащения этих руд и в России и за рубежом является флотация. В отличие от технологии переработки медно-никелевых руд зарубежных месторождений на норильском сырье магнитные методы обогащения не позволяют выделить пирротин и улучшить соотношение ценных минералов при флотации, так как в этих рудах гексагональный пирротин преобладает над моноклинным.

Хвостохранилища, сформировавшиеся за годы работы Норильского комбината также можно отнести к разряду уникальных по запасам техногенной платины. Прогнозные ресурсы минералов платиновой группы (МПГ) лежалых хвостов превышают 600 т. Самым крупным является Норильское техногенное месторождение - хвостохранилище Норильской обогатительной фабрики №1, сформированной в течение 27 лет (1948-1975 гг.) при переделе руд Норильского и Талнахского месторождения и складировании хвостов. Это хвостохранилище образовано до процесса получения товарных пирротинных концентратов. Именно к ним приурочены наиболее значительные потери МПГ, в том числе: Pt - 7-20%, Pd - 4-15%, Rh и Ir - 7-40%, Ru и Os - 14-80% [3].

Главная проблема при разработке технологии обогащения техногенного сырья заключается в том, что цветные и благородные металлы в нем находятся в виде изоморфных примесей, тонкодисперсных сростков и сульфидов, которые теряются в ходе технологического процесса добычи и переработки. Также необходимо учитывать, что в процессе техногенеза происходят значительные изменения рудного вещества и пустой породы, которые влияют на технологию извлечения ценных компонентов из материала хвостохранилищ. Традиционными методами обогащения извлечь металл из подобного материала невозможно.

Методы физико-химической геотехнологии являются наиболее приемлемыми по экономическим соображениям способами извлечения ценных компонентов из такого

рода сырья. Известны примеры того, как в природных условиях, при температуре и составе растворов, типичных для зоны гипергенеза, происходит гидрохимическое перераспределение благородных металлов с образованием их повышенных концентраций во вторичных залежах [4].

При изучении технологических свойств и разработки методов извлечения металла из хвостов выветривания целесообразно учитывать известные из геохимии механизмы гипергенного преобразования рудного вещества. С одной стороны, установление механизма формирования коры позволяет выявить закономерные связи металла с компонентами минерального комплекса и, таким образом, определить оптимальные методы селекции уже на начальных стадиях исследования. С другой стороны, возможно использование механизмов гипергенного переноса и вторичной концентрации металла при геотехнологической эксплуатации месторождения. Для этого в массиве создаются условия, способствующие дальнейшему движению металла и переотложению его на специально организованных геохимических барьерах в заданной области рудного тела. Механизм миграции металла может быть оптимизирован для конкретного объекта с учетом его особенностей, а также с учетом экономических факторов.

Ранние работы показали возможность перевода значительного количества цветных и благородных металлов в раствор, путем искусственного моделирования процессов гипергенеза на материале хвостов норильского промрайона [5].

Целью нашего исследования, было исследование возможности извлечения цветных и благородных металлов геотехнологическими методами при техногенном выветривании хвостов обогащения медно-никелевых руд. Исследования проводились на технологической пробе хвостов обогащения медно-никелевых руд Норильского промрайона. Изучение поведения цветных и благородных металлов при выветривании хвостов медно-никелевой руды осуществляли на лабораторном стенде выщелачивания, состоящем из нескольких колон, выполненных из оргстекла. Питание рабочим агентом производили сверху в режиме просачивания с циркуляцией рабочего агента - моделирование естественного процесса проходящего

в обводненому хвостохранилищі. Для вищелачивання моделювалися різні складові первинних геотехнологічних розчинів: вода, серна кислота, гумінова кислота.

Вибір робочих розчинів обумовлений наступним: вода в процесі проходження через матеріал з великим вмістом сульфідів в присутності кисню повітря окислює сульфідну серу, в результаті чого насичується сульфат іоном з одночасним зниженням рН; для прискорення процесу одразу була додана серна кислота - доступний реагент в Норильському промрайоні; гумінові кислоти (сума гумінових і фульвокислот) - природні гетерофункціональні поліелектроліти змінного складу. Велика реакційна здатність гумінових кислот пояснюється наявністю активних груп, здатних до реакцій іонного обміну і утворенню комплексних з'єднань.

В результаті досліджень були отримані кінетичні криві концентрацій продуктивних розчинів. Встановлено, що ви-

східний ріст концентрації нікелю відбувається в перші 10 днів, досягаючи 1 г/л, що є достатнім для його промислового вилучення. В наступному відбувається деяке зниження концентрації, можливо за рахунок його коагуляції з утворюваними гідроксидами заліза. Також було встановлено, що при обробці хвостів збагачення мідно-нікелевих руд водою без попереднього підкислення вже на першій стадії процесу відбувається часткове розчинення благородних металів: платини і палладію - до 0,05 мг/л; золота - до 0,1 мг/л. Наступні дослідження будуть продовжені в напрямку вивчення форм і механізму переходу кольорових і благородних металів в розчин на різних стадіях вивітрювання.

Розробка економічно прийнятної технології вилучення цінних компонентів з техногенного сировини хвостохранилищ дозволить не тільки збільшити видобуток кольорових і металів платинової групи, але і приведе до покращення екологічної обстановки в Норильському промрайоні.

Перелік посилань

1. Кравцов В.Ф. Історія відкриттів мідно-нікелевих родовищ в Норильському районі // Очерки по історії відкриття мінеральних багатств Таймира. - Новосибірськ, 2003. - С. 21-39.
2. Кунилов В.Е., Люлько В.А. Мінерально-сировинна база Норильського комбінату: історія і перспективи // Кольорові метали. - 1995. - № 6. - С. 12-15.
3. Чернышев Н.М., Додін Д.А. Мінерально-сировинний потенціал платинових металів Росії на порозі ХХІ століття // електронний ресурс // www.scgis.ru.
4. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Кошечева І.Я. і др. Про концентрації благородних металів вуглеродистим речовиною // Геохімія - 1994. - № 6. - С. 814-824.
5. Брагин В.І., Жижаєв А.М., Фетисов А.А., Брагіна В.І., Свиридова М.Л. Про можливість вилучення кольорових і благородних металів з хвостів збагачення мідно-нікелевих руд // Благородні і рідкі метали Сибіри і Дальнього Сходу: рудоутворюючі системи родовищ комплексних і нетрадиційних типів руд: Матеріали наукової конференції (Іркутськ, 3-7 жовтня 2005 г.). - Іркутськ: Вид-во Інституту географії СО РАН, 2005. - В 2-х томах. - Т.2. - С. 175-176.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДІЛЯНОК РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ШАХТНИХ ВІДВАЛІВ

О.В. Рошка

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпропетровськ

Нині важко знайти галузь виробництва, де б не використовувалися мінеральні ресурси. Вони мають величезне значення для людини. Це і джерело енергії, і сировина для виробництва численних промислових ви-

бів, побутових товарів, синтезу нових речовин із заданими властивостями (заміняють дерево, цемент, тканини), і різноманітний будівельний матеріал. Мінеральні ресурси значною мірою визначають економічний

потенціал кожної країни. Проте головною їх особливістю є те, що вони, на відміну від рослинних і тваринних ресурсів, належать до так званих не поновлюваних природних ресурсів. У їх використанні складається критична ситуація, яка пов'язана передусім з різким зростанням видобутку корисних копалин у всьому світі.

Україна має потужний і розвинений мінерально-сировинний комплекс. З розвідкою, видобутком, переробкою та використанням мінеральної сировини прямо чи опосередковано пов'язані 48% її промислового потенціалу, до 20% трудових ресурсів, 25% національного доходу. Гірничі розробки (кар'єри, шахти, свердловини) істотно впливають на природні ландшафти. Тільки на території Донбасу гірничодобувні роботи проводяться на території близько 10000 км². За роки існування вугільної промисловості навколо шахт утворилися тисячі териконів, які займають велику площу переважно родючих земель. Радикальним заходом збереження земель, на яких розроблялись родовища корисних копалин, є їх рекультивация (поновлення). Розрізняють два етапи рекультивации: гірничотехнічний і біологічний.

ВО «Павлоградвугілля» у процесі видобутку вугілля здійснює відновлення порушених земель та повернення їх до подальшого використання за допомогою рекультивации ґрунту. Цей процес передбачає створення лісових масивів на шахтних відвалах. Для створення рекультивацийного прошарку застосовується насипка на поверхні шахтних відвалів з привезених ґрунтів, поданих супісками, суглинками, червоно-бурими глинами, гумусовими ґрунтами у різноманітному сполученні з певною потужністю. Нами постійно проводиться екологічний моніторинг ділянок рекультивации.

Екологічний моніторинг ділянок рекультивации розпочався ще в 70-х роках ХХ сторіччя (Панков, Трещевський, 1972; Бараннік, 1974; Clark, 1970). В Україні, як і в багатьох інших країнах, такі дослідження здійснювались у зоні видобутку вугілля та руди у Донецьку, Марганці, Кривому Розі, Жовтих Водах, Павлограді (Барсов, Більконт, 1977).

Згідно проведених нами досліджень, були отримані наступні результати.

Загальний вміст гумусу у дослідних ґрунтах коливається: 0,1% - 4,6%. Шахтна порода містить 0,1% гумусу, ємність поглинання складає 2,2 (мг-екв/100 г ґрунту), Са²⁺ - 1,7 (мг-екв/100 г ґрунту), Mg²⁺ - 0,4 (мг-екв/100 г ґрунту), Cu x 10⁻³ - 1,2% (в 1г абсолютно сухого ґрунту), Mn x 10⁻² - 0,82%, V x 10⁻³ - 3,2%, Ni x 10⁻³ - 0,92%, Cr x 10⁻³ - 0,86%, Mo x 10⁻⁴ - 1,2%, Zn x 10⁻² - 0,8%, Pb x 10⁻³ - 1,43%, уреазы - 0,99 (мк моль аміаку/1гр. ґрунту), інвертазы - 18,2 (мг/1гр. ґрунту), каталазы - 0,8 (см³ О₂/1гр. ґрунту за 1 хв.), серед мікроорганізмів переважно - *Bacillus cereus*, *Bacillus mucoides*, *Bacillus virgulus*, *Bacillus megatherium*. На ділянках з акацією переважають - *Aspergillus terreus*, *Azotobacter chroococcum*, *Rhizobium trifolii*, *Rhizobium lupine*, *Actinomyces viridochromogenes*, *Penicillium luteum*, *Penicillium liliacinum*, *Globisporus*, *Mortierella minutissima*, на ділянках з дубом переважають - *Actinomyces roseus*, *Aspergillus wentii*, *Penicillium luteum*, *Fusarium bulbigenum*, *Chrysosporium*.

Таким чином ґрунт на ділянках рекультивации має низьку, або середню ємність поглинання. Для поліпшення показників ємності поглинання та збагачення мікробного складу необхідний довготривалий меліоративний період з застосуванням ґрунтово-поліпшених деревних порід.

МОНІТОРИНГ РОЗВИТКУ ЕКОСИСТЕМ НА ПОСТТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТАХ *

С.М. Сметана

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпропетровськ

Необхідність створення системи моніторингу на посттехногенних ландшафтах (МПЛ) виникла у зв'язку з розвитком нової

технології відновлення порушених гірничими роботами екосистем, ландшафтів, які не будуть повернені до природного стану, а утворять нові вторинні варіанти. Технологія, запропонована фахівцями Інституту проблем природокористування та екології НАН

* Робота виконана під керівництвом член-кор. НАН України А.Г. Шапара

України та складається з 3-х основних аспектів: самовідновлення, активізації розвитку екосистем та упереджене самовідновлення [1]. Виконання цих етапів і потребує чіткої схеми визначення важливих екологічних факторів, спостереження за їх сучасним та прогнозування майбутнього розвитку. Визначальними факторами при утворенні техногенних ландшафтів слід вважати техногенні процеси: виїмка руд, складування та намівання пустих порід та хвостів. В результаті цих процесів утворюються специфічні нехарактерні для існуючого середовища ландшафти [2]. Посттехногенні перетворення, які більшою мірою визначаються природними факторами, ще більше ускладнюють динаміку розвитку таких систем. До техногенних факторів, які мають важливе значення, слід віднести спосіб розробки, функціональне призначення та використання ландшафту. Серед природних слід виділити зволоження, направленість переносу енергії та речовини, гранулометричний та якісний склад порід. Тим не менше, величезна кількість факторів впливу на екосистеми, багато з яких неможливо прорахувати, потребує створення певної чіткої системи моніторингу розвитку екосистем на посттехногенних ландшафтах.

При підборі точок моніторингу слід враховувати специфіку як ландшафтів, так і екосистем, які характеризуються значною динамікою розвитку. Так, наприклад, схилові місцевіснування на відвалах та в кар'єрах

відрізняються направленістю гідрохімічних потоків та їх перетворенням. Відповідно відрізнятиметься і формування біотичних угруповань, а отже існує також і необхідність підбору критеріїв фіксації та аналізу таких змін.

Визначення швидкості та градієнту перетворення форм посттехногенних ландшафтів та екосистем під дією техногенних та природних факторів потребує розгортання системи точок з точною GPS прив'язкою (система визначення координат) та фотореєстрацією. Тривалість таких замірів має складати принаймні 3 роки. При закладанні моніторингових ділянок за основу взято принцип достовірного висвітлення характерних змінюваних процесів та пов'язані з ними перетворення ландшафтів.

Система має враховувати та відображати вплив ключових факторів, а для цього території посттехногенних ландшафтів слід розмежувати на певні зони, в яких використовуватимуться свої специфічні індикатори. Дієвий метод для зонування територій техногенних ландшафтів – використання екологічної класифікації техногенних ландшафтів.

Посттехногенні ландшафти утворюють ландшафтне різноманіття, яке на порядок перевищує природне [1]. Різноманітний вплив кліматичних умов на утворені рельєфи впливає на розвиток біорізноманіття і саме моніторинг розвитку екосистем на посттехногенних ландшафтах є ефективним засобом діагностики біотичного різноманіття.

Перелік посилань

1. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / За ред. А.Г. Шапара – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
2. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 192 с.

ПРИСКОРЕНИЙ АНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ

Ф.О. Чмиленко, Н.М. Смитюк

Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара, Дніпропетровськ

Для інтенсифікації пробопідготовки – лімітуючої стадії аналітичного процесу при контролі об'єктів довкілля, яка займає до 90% загального часу аналізу, запропоновано застосування фізичного впливу (УЗ, ВЧ та

НВЧ випромінювання, низькотемпературної плазми). Фізичний вплив застосовується на різних стадіях пробопідготовки для прискорення розчинення проб (УЗ, НВЧ, плазма), руйнування органічних та інших сполук, які

заважають аналізу вод, розсолів та розчинів харчової солі (УЗ, НВЧ, плазма, ІЧ, радіоліз, фотоліз), інтенсифікація процесів концентрування (УЗ), прискорення мінералізації (УЗ, НВЧ, ІЧ) інтенсифікація процесів розділення речовин (УЗ, НВЧ), перетворення визначуваних елементів у певний стан (плазма, УЗ), стабілізація аналітичних форм (УЗ, НВЧ), концентрування співосадженням, екстракцією, хроматографією (УЗ).

Встановлена близькість характеру впливу фізичних полів на речовину: у багатьох випадках має місце не тільки інтенсифікація масопереносу, але й зміна структури розчину, гідратованості іонів, їх реакційної здатності, розрив полімерних ланцюгів, утворення вільних радикалів та ін.

З метою хімічного аналізу достатньо використовувати УЗ вплив частотою 10 кГц – 100 МГц, інтенсивністю 0,05 – 15 Вт/см² протягом 1 – 30 хвилин. При такому впливі УЗ коливання ініціюють та інтенсифікують процеси окиснення та відновлення, гідролізу, полімеризації, молекулярні перегрупування, старіння осадів, електроосадження металів, розчинення мінералів ґрунтів, змінюють стан іонів у розчині.

Найважливішим інтенсифікуючим фактором при впливі ультразвуку є зміна стану елементів у розчині, більш висока ефективність ультразвукового перемішування у по-

рівнянні з механічним та диспергуванням осаду, що приводить до збільшення його поверхні. Перемішування відбувається в основному під впливом акустичних течій, швидкість яких пропорційна частоті, а диспергування – внаслідок кавітаційних явищ та зростає із збільшенням інтенсивності, і зменшується при збільшенні частоти ультразвуку.

Розроблений комплекс надійних та експресних спектроскопічних (спектрофотометрія, полум'яна та неполум'яна атомна абсорбція, атомно – емісійних) та електроаналітичних (вольтамперометрія, потенціометрія, ІСЕ) методик (більш, ніж 200) визначення домішок та основної речовини у різних об'єктах: рослинах, питних, поверхневих та стічних водах, ґрунтах, біо- та медоб'єктах.

Поєднання фізичної пробопідготовки з інструментальними методами визначення, заснованими на будь – якому принципі генерації аналітичного сигналу, а також можливість автоматизації стадії пробопідготовки, контролю, прогнозу та математичного моделювання умов аналітичного процесу обумовлюють їх значення та роль в аналізі. Широке використання цих методів раніше було неможливим через відсутність серійної апаратури. У останні роки підвищується екологічна захищеність цих методів та вирішуються питання апаратури.

ТЕНДЕНЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ ВИДОВОГО СОСТАВА, ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЧИСЛЕННОСТИ ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В РАЙОНЕ СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Н.С. Ружиленко

Каневский природный заповедник Киевского национального университета имени Т. Шевченко, Канев

Район Среднего Приднепровья вследствие наличия значительной площади водных бассейнов, геоморфологических особенностей местности, разнообразия биотопов является благоприятным местом для проживания многих видов хищных млекопитающих. В конце 60-х годов прошлого столетия в регионе исследований было отмечено обитание 12 видов хищных млекопитающих (Бойко, 1967, 1971). Фоновым видом во всех природных и в частично трансформированных биотопах в данном регионе всегда была лисица обыкновенная. Волк в Черкасской области был истреблен в конце 60-х годов,

повторно этот вид появился в середине 70-х годов и с этого времени численность его возрастает. В основном зарегистрированы заходы волка из Киевской области. Центры размножения волка во второй половине XX ст. единично отмечены в Черкасской области. Енотовидная собака в регионе была акклиматизирована в конце 20-х – 40-е годы. Этот вид быстро размножился и заселил преимущественно пойменные биотопы. В начале нынешнего столетия енотовидная собака является фоновым видом всех островных территорий, плотно заселяет берега вдоль акваторий с водно-болотной расти-

тельностью и, частично – коренные территории боровой и лесовой террас Днепра. Численность енотовидной собаки резко снижалась только в 50-е годы прошлого столетия, а в данное время является наиболее высокой в долинах всех рек. Впервые в XXI ст. (2005 г.) отмечен единовременный заход в заказник “Белецковские плавни” РЛП “Кременчугские плавни” большой группы шакала обыкновенного (не менее 20 особей, в их числе и молодежь 2-х семей). Если в конце 60-х годов численность куницы лесной, барсука и выдры речной была очень низкой, то на конец столетия эти виды стали обычными. Впервые в начале XXI ст. куница лесная отмечена и в хвойных средневековых насаждениях боровой террасы вдоль водохранилищ, что указывает на возрастание численности этого вида. Если в середине XX ст. фоновым видом в населенных пунктах был хорь черный (Бойко, 1971), то уже в XXI ст. – куница каменная. Начавшаяся с 30-х годов XX ст. тенденция к уменьшению численности хоря черного как в природных, так и в селитебных местообитаниях продолжается. Ласку отмечали повсеместно, однако ее численность подвержена колебаниям и чаще была невысокой. Резкое уменьшение

численности норки европейской и горностая совпали с началом высыхания малых рек в конце 20-х годов XX ст. (Абеленцев, 1968) и, как мы полагаем, именно уменьшение жизненного пространства для этих видов стали критическими. На конец XX – XXI ст. мы не располагаем достоверными находками европейской норки. В то же время, численность норки американской неуклонно возрастает. Фрагментарные местообитания с высокой численностью горностая отмечены в данное время в верхней части Сульского плеса, вдоль берегов отдельных притоков Днепра (Рось, Росава), на отдельных коренных участках вдоль Днепродзержинского вохранилища. На протяжении XX ст. продолжалось снижение численности хоря степного за счет уменьшения мест его жизненного обитания на степных участках (распашка под сельхозугодья и залесение).

То есть, состояние популяций большинства хищных в данное время оценивается как удовлетворительное, однако следует особенное внимание обратить на изучение местообитаний и состояние популяций хоря черного, хоря степного, горностая, а также продолжить поиски мест проживания норки европейской.

РАСЧЕТ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАНЦЕРОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ДОНЕЦКА В СВЯЗИ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ БЕНЗ[А]ПИРЕНОМ

Н.С. Тимошенко, А.Ю. Собко

Донецкий национальный университет, Донецк

При ингаляционном воздействии на человека химических соединений, находящихся в атмосфере, важную роль играет возможность определить величину поглощаемой дозы вредного вещества. Зная величину среднесуточной дозы вредного вещества, можно рассчитать значение риска, которому подвергается человек при контакте с этим веществом.

В г. Донецке мониторинг качества атмосферы осуществляется по таким приоритетным веществам: CO, NO_x, SO_x, формальдегид, аммиак, фенол, тяжелые металлы, бенз[а]пирен. Бенз[а]пирен – это полициклический ароматический углеводород. Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха бенз(а)пиреном в городах обусловлен выбросами автотранспорта, предпри-

ятий теплоэнергетики, многочисленных мелких котельных, а также открытыми пожарами. Бенз[а]пирен оседает в грунте, проникает в грунтовые воды и абсорбируется в органах дыхания людей. Это канцерогенное вещество, даже ничтожно малые дозы могут иметь негативные последствия для человека и животных. В связи с этим во многих нормативах допустимая концентрация бенз[а]пирена не регламентируется, но, все же принято считать, что его среднесуточная ПДК составляет $1 \cdot 10^{-6}$ мг/м³.

В течение года концентрация бенз[а]пирена контролируется на 5 постах г.Донецка. Среднемесячные концентрации изменяются от $1,2 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ до $3,3 \cdot 10^{-6}$ мг/м³. В отдельные месяцы на ряде контрольных постов наблюдалась концентрация

$5 \cdot 10^{-6}$ - $7 \cdot 10^{-6}$ мг/м³. Для расчета среднесуточной дозы и риска были взяты два значения концентрации: среднее значение - $2,3 \cdot 10^{-6}$ мг/м³ и максимальное из наблюдаемых - $6 \cdot 10^{-6}$ мг/м³. Для них рассчитан риск возникновения канцерогенных заболеваний у человека, прожившего в Донецке 30 и 50 лет. Полученные значения риска приведены в таблице:

Значения риска, мг/м ³	Длительность воздействия	
	30 лет	50 лет
$2,3 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$
$6 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$0,7 \cdot 10^{-5}$

Согласно требованиям ВОЗ существует такая классификация уровней риска: $>10^{-3}$ –

высокий уровень риска, неприемлемый для производственных условий и человека; 10^{-3} – 10^{-4} – средний уровень риска, допустимый в производственных условиях, требующий контроля; 10^{-4} – 10^{-6} - низкий, допустимый уровень риска, на котором устанавливаются нормативы для населения; $<10^{-6}$ – минимальный уровень риска.

Согласно этой классификации, можно сделать вывод: уровень канцерогенного риска для проживших в Донецке от 30 до 50 лет в среднем составляет $1,3 \cdot 10^{-6}$, что соответствует минимальному уровню риска. Максимальное значение риска достигает $0,7 \cdot 10^{-5}$, что находится на границе низкого уровня риска в соответствии с требованиями ВОЗ.

К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛАНДШАФТНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАКАЗНИКОВ СРЕДСТВАМИ СПОРТИВНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ

*С.Н. Сметана *, И.О. Тяпкин ***

* *Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины;*

** *Днепропетровский государственный институт физической культуры и спорта,
Днепропетровск*

1. В решении вопросов воспитания и общего развития подрастающего поколения одно из важнейших направлений в образовательной сфере занимает целенаправленная организация свободного времени и досуговой деятельности молодежи, что особенно важно в условиях техногенно нагруженных регионов Украины. Несмотря на инновационные изменения в развитии рекреационной инфраструктуры городов (реконструкция и строительство культурных и развлекательных центров, сооружений физкультурно-оздоровительного профиля, парковых зон и др.), наблюдается нехватка организованных зеленых зон для требований активного отдыха [1]. Одним из перспективных и не требующих больших материальных затрат направлений для организации культурных, спортивных, развлекательных мероприятий для молодежи является использование природных зон городов и пригородов. Эти зоны обладают значительным природным рекреационным потенциалом.

В связи с этим все более актуальными становятся вопросы формирования экологической культуры городского населения, в т.ч. средствами туристско-краеведческой

работы и, частности, спортивного ориентирования [2].

2. Использованию возможностей спортивного ориентирования в практике рекреационной деятельности в крупных промышленных городах может способствовать проведение массовых еженедельных (как в выходные дни, так и в вечернее время среди рабочей недели) мероприятий-соревнований по разным видам ориентирования (в заданном направлении, по выбору, по маркированной дистанции, трейл-ориентированию и др.) попеременно в различных парках и рекреационных зонах города и ближних пригородов для всех возрастных групп населения (от детей 8-10 лет до пенсионеров 60-70 лет и старше). Например, в г. Днепропетровске (крупном промышленном центре-мегаполисе с населением, превышающем миллион жителей) этому способствует наличие детальных спортивных карт практически всех парков («Т.Г. Шевченко», «Л. Глобы», «Б. Хмельницкого», «Воронцова» и др.) и крупных рекреационных зон (Запорожская балка, урочище Войцехово, лесопарк, участки прибрежной зоны р. Днепр и др.). Однако уже сейчас ощущается нехватка

территорий (участков) с необходимым для проведения интересных соревнований по спортивному ориентированию ландшафтным разнообразием.

3. Одним из перспективных направлений расширения территорий для рекреационного ориентирования является использование отработанных (но не рекультивированных) земель горнодобывающих предприятий – техногенных ландшафтных заказников [3]. Например, в Кривом Рогу 14 таких существующих и проектируемых заказников (общая площадь 940 га, расположены цепочкой протяженностью более 60 км), в Орджоникидзе и Марганце – 2 (общая площадь 2200 га). Ландшафты этих заказников характеризуются динамичностью, обусловленной перераспределением высот и базисов эрозии, отсыпкой разнообразных (скальных, известковых и глинистых) горных пород на поверхности, образованием нехарактерных для степи водоемов (озер, прудов, временных водотоков), скальных насыпей, склонов и обрывов. Одна «экологическая тропа» может связывать стремительный подъем к холмистому плато старого отвала, спуск по серпантину каменистого склона к степной площадке с обзором на вид темного синего озера с обрывистыми белыми берегами. Обход по козырьку над озером приведет к ущелью, образовавшемуся вследствие оползневых процессов.

4. Особенность и уникальность развития экосистем, вариативность микроклиматических условий, живописные «горные» пейзажи формируют уникальное, на порядок выше зонального, ландшафтное разнообразие [4]. Наряду с рельефным морфологическим разнообразием, ландшафтные техногенные заказники характеризуются развитием

специфической растительности: березовых рощ, сосняков, облепиховых, вишневых и абрикосовых зарослей. Местами можно встретить ковыль, мать-и-мачеху, маки. Весенние «путешествия» по извилистым тропам горных земель сопровождаются сладким запахом белоснежных вишен и абрикосов. Летом воздух наполнен запахом степных сухих трав, а осенью дождем и шелестом желтых и красных листьев.

5. Ландшафтное разнообразие создаваемых техногенных заказников позволяет использовать их в качестве полигонов для проведения мероприятий-соревнований по всем видам рекреационного ориентирования, в т.ч. особенно по трейл-ориентированию. Последнее первоначально возникло как вид спорта для людей с ограниченными физическими возможностями, но очень скоро привлекло внимание всех ориентировщиков. И сейчас соревнования по этому виду ориентирования – достаточно массовые мероприятия, в ходе которых (вместо традиционного кросса на максимальной скорости по пересеченной местности) участники на небольшой («прогулочной») скорости перемещаются исключительно по тропинкам и дорожкам и решают поставленные задачи (определение точной позиции на местности контрольных пунктов с помощью карты и «легенды») путем наблюдения особенностей ландшафта на расстоянии. Такие соревнования путем соответствующего планирования маршрутов могут быть легко превращены в относительно короткие эколого-познавательные походы, в которых элементы ориентирования (и дух соревнования) будут способствовать повышению интереса к такому виду рекреационной деятельности.

Перечень ссылок

1. Тяпкин И.О. Молодежные аспекты развития рекреационной инфраструктуры техногенно нагруженных регионов Украины // Довкілля – XXI. Перехід до сталого розвитку: Матеріали Другої міжнародної молодіжної наукової конференції. – Дніпропетровськ, 2004. – С.27-28.
2. Тяпкин И.О., Осипенко Е.А. К вопросу использования возможностей спортивного ориентирования в практике экологического образования населения крупных промышленных городов // Довкілля – XXI: Матеріали Третьої міжнародної молодіжної наукової конференції. – Дніпропетровськ, 2006. – Т. IV. – С.29-30.
3. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / Під ред. А.Г. Шапара. – Дніпропетровськ, Моноліт, 2007. – 270 с.
4. Сметана С.М. Пост техногенні ландшафти та їх місце у системі сталого землекористування // Географія, геоecологія, геологія: досвід наукових досліджень: Матеріали V Міжнародної

наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої 90-річчю Дніпропетровського національного університету. – Київ: ДНВП „Картографія”, 2008. – Вип. 5. – С. 223-225.

МІЖНАРОДНИЙ РІК ПЛАНЕТИ ЗЕМЛЯ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ УЧАСТІ УКРАЇНСЬКИХ НАУКОВЦІВ В ГЛОБАЛЬНИХ ЗАХОДАХ В ГАЛУЗІ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

В.М. Шестопалов *, Ю.В. Костюченко *, **

** Відділення наук про Землю НАН України, Національний Комітет Міжнародного року планети Земля в Україні; ** Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Київ*

Відповідно до попереднього минулорічного рішення Президії НАН України, відділення наук про Землю НАН України здійснює підтримку заходів, пов'язаних з проведенням Міжнародного року планети Земля в Україні.

Міжнародний рік планети Земля, як визначено у Резолюції №60/192 60-ої Сесії Генеральної Асамблеї ООН, є трирічним заходом (2007 – 2009 рр.), спрямованим на підтримку внеску у сталий розвиток суспільства через використання знань та інформації, яку надають фахівці в галузі наук про Землю. Міжнародний рік планети Земля є спільною ініціативою Міжнародної спілки геологічних наук (IUGS) та ЮНЕСКО, яку підтримали 12 основних партнерів та 26 асоційованих партнерів, спонсорів та донорів.

Досягнення цілей цього заходу буде здійснюватися через виконання на міжнародному та національному рівнях наукової програми (Science Programme) та програми з розповсюдження знань (Outreach Programme). Всесвітнє Об'єднання (Corporation) Міжнародного року планети Земля є відповідальним за впровадження програм, що розробляються, на міжнародному рівні, а Національні комітети – на національних рівнях. Більш детальна інформація, завдяки загальній організації Міжнародного року планети Земля, доступна в документах Міжнародного року планети Земля.

З середини минулого року Відділення наук про Землю НАН України долучилося до заходів Міжнародного року планети Земля. Зокрема, було проведено конференцію «Науки про Землю і космос – суспільству» (Київ, червень 2007), розроблено перспективні плани діяльності національного сегменту Міжнародного року планети Земля, визначено напрями досліджень з виконання наукової програми, проводиться постійний обмін інформацією з секретаріатом Міжнародного року планети Земля.

Офіційне приєднання України до Міжнародного року планети Земля відбулося у липні 2008 року через виконання набору формальних вимог. Зокрема, було формально створено Національний Комітет Міжнародного року планети Земля в Україні, підписано Меморандум про домовленості з виконавчим органом Міжнародного року планети Земля, узгоджено з секретаріатом Міжнародного року планети Земля план заходів тощо. Діяльність з офіційного приєднання України до Міжнародного року планети Земля базується на відповідному рішенні Президії НАН України.

Доповідь присвячено задекларованим напрямкам діяльності в рамках Міжнародного року планети Земля, окресленню стану та перспектив залучення потенціалу вітчизняних науковців до виконання плану дій цього заходу.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТІВ ЛАНДШАФТІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

М.В. Язвинська

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ

Мета роботи полягала у дослідженні характеру розподілу деяких хімічних елементів між різними компонентами ландшафтів Житомирського Полісся.

Об'єктами даного дослідження слугували ґрунти найбільш розповсюджених типів, рослинність, поверхневі та підземні води району на двох різних типах кристалічних

порід – гранітах коростенського комплексу та габро-анортозитах.

За 30 років істотно збільшився вміст всіх досліджуваних елементів у зеленій частині деревної рослинності, що, ймовірно, пов'язане зі значним збільшенням обсягу каменевидобувної та каменеобробної промисловості, а також розробка розсипних апатито-ільменітових родовищ.

Інтенсивний видобуток гірських порід та рудних компонентів з них у 1970–1990-ті роки призвів до збільшення вмісту металів у всіх компонентах ландшафту внаслідок їх постійного надходження. Це, ймовірно, призвело до ослаблення механізмів самоочищення ландшафту.

Вищі значення коефіцієнтів біологічного накопичення (К_{бн}) хімічні елементи мають у деревній і трав'яній рослинності на дерново-слабо- і середньопідзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах над гранітами коростенського комплексу. Низькі значення К_{бн} властиві титану не залежно від типу порід. Якщо прийняти умовне порогове значення К_{бн} = 5, то можна виділити групи накопичення елементів по породах і типах рослин: **граніт** – береза – Mn, Cu, Bi, Zn, Ba, P; сосна – P; мох – Ni, Co, V, Zr, Cu, Pb. Якщо взяти порогове значення К_{бн} = 1,5, отримаємо групи накопичення елементів рослинністю над габро-анортозитами: **габро** – береза – V, Y, Ba; сосна – Zn; мох – Ni, Co, Ti, V, Cr, Zr, Nb, Cu, Pb, Li.

Спостерігається поступове зменшення вмісту мікроелементів у водах основних водоносних горизонтів району Житомирського Полісся у такому порядку: середньочетвертинні водно- і озерно-льодовикові – поверхневі води – води

тріщинуватої зони докембрійських кристалічних порід та їх кори вивітрювання. Спостерігається значне накопичення більшості елементів у донних відкладах поверхневих вод. Загалом спостерігається найбільша водна міграція всіх елементів у поверхневих водах досліджуваного району, вниз за розрізом характерне зменшення коефіцієнту міграції у трьох типах вод Mn, Ti, V, Cu, Pb, Zn, Y, Yb, Li.

Висновки. Проведене дослідження і порівняння його результатів з наявними даними, одержаними понад 30 років тому, дає змогу твердити, що на досліджуваній території відбулись певні зміни геохімічних параметрів основних ландшафтних компонентів. Ці зміни полягають у значному підвищенні вмісту металів у поверхневих водах Південного Полісся, істотному збільшенні кількості накопичених хімічних елементів рослинами досліджуваної території.

Найімовірніша причина – техногенний вплив видобувної промисловості на компоненти ландшафтів Південного Полісся. Найбільша водна міграція всіх елементів саме у поверхневих водах досліджуваного району обумовлена до того ж техногенним впливом агрогенного комплексу району досліджень через надходження розчинних форм елементів у компоненти біосфери.

Дещо гірше накопичення елементів глицею сосни порівняно з березою обумовлене тим, що надходження елементів відбувається переважно з пилом, який осідає на більшій площі листка берези, внаслідок чого береза має більшу можливість поглинання.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ ЛАНДШАФТНИХ ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ ЗА ДАНИМИ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ

М.В. Ющенко, Н.О. Мінарченко

*Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України, Київ*

В умовах малого відсотку лісистості та низької збереженості на території України природних ландшафтів такі надзвичайних ситуацій, як пожежі, завдають надзвичайної шкоди природному середовищу та господарській діяльності людини. Щорічна кіль-

кість пожеж в природних ландшафтах в Україні перевищує 4000, більшість з яких становлять лісових пожежі. Показовим прикладом стали лісові та степові пожежі, що сталися в липні-серпні 2007 року в Херсонській області, коли вогнем були знищені ве-

личесні площі природного степу заповіднику Асканія-Нова (близько 3000 га) та лісові масиви в Голопристанському та Цюрупинському районах (4200 га).

Ці пожежі з огляду на шкоду, яку вони завдали природному середовищу, є дуже важливими для дослідження, оскільки від вогню постраждала чи не єдина ділянка природного степу України, а вигорілі ліси відіграють надзвичайно важливу природоохоронну роль, що суттєво впливає на екологію всього півдня України. Аналіз причин, що призвели до створення умов для виникнення пожежі, має бути всеохоплюючим та дати такі висновки, які дозволять в майбутньому спрогнозувати виникнення подібних ситуацій та мінімізувати їх ризики.

Застосування дистанційних методів в сфері прогнозування та оцінки довгострокових ризиків виникнення пожеж базується на застосуванні запропонованої робочою групою Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України (ЦАКДЗ) системи прогнозування. Для цієї системи визначено масиви даних, що описують процеси формування небезпеки виникнення пожеж в лісових та степових екосистемах, також ці масиви дозволяють адекватно відображати стан та зміни земних покривів. В системі застосовується проблемно – орієнтована класифікація земних покривів за типами рослинності на основі даних ДЗЗ. В якості зразка для класифікації земних покривів використано систему CORINE, розроблену Європейським агентством оточуючого середовища ЕЕА-ЕТС.

В системі використано дані супутників EOS Terra (сенсор MODIS), Landsat ETM, NOAA (сенсор AVHRR).

Зроблені розрахунки на основі ключових змінних, що описують поведінку рослинного покриву та визначення кореляцій між наявністю природного палива в залежності від типу ландшафту, особливостей процесів переносу тепла і вологи в системі «грунт – вода – рослина», дозволили уточнити та адекватно застосувати моделі функціонування екосистем.

Моделювання потоків вологи і тепла в рослинному покриві з метою визначення тенденцій еволюції ландшафтів та накопичення природного палива в лісових і степових екосистемах в результаті дозволило оцінити обсяги накопиченого природного палива, його горизонтальний та вертикальний розподіл в межах екосистеми, вологість та визначити динаміку його запасів. В системі також використано регіонально та проблемно адаптовані моделі кліматичних змін. Вони дозволяють визначити найбільш вірогідні напрями зміни кліматичних показників на регіональному рівні (визначити регіональні сценарії) та розробити сукупність оцінок їхнього впливу на стан та функціонування регіональних екосистем.

На основі визначених сценаріїв змін довкілля та моделей динаміки вологи, тепла і прогнозного розподілу біомаси може бути визначена динаміка накопичення природного палива в природних системах, тобто оцінено потенціал виникнення надзвичайної ситуації в залежності від прогнозованих змін клімату та екосистем. Вихідними даними системи є ризики пожеж, які визначаються в залежності від поточних значень кліматичних показників і, зокрема для короткострокових прогнозів, від можливих варіацій погодних факторів.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

И.И. Романенко

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепропетровск

За рубежом в решении ряда экологических проблем, (например, очистка почв от загрязнения) широкое применение получают комплексы горизонтального направленного бурения. Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины участвовал в разработке подобных технологий совместно с рядом зарубежных партнеров по

программе CLEANSOIL. В этой связи представляет интерес анализ тенденций распространения технологии горизонтального направленного бурения скважин в Украине.

Темпы внедрения техники и технологии горизонтального направленного бурения (ГНБ) в практику бестраншейного строительства современной подземной инфраструкту-

ры в Украине ежегодно увеличиваются. Связано это, главным образом, с расширяющимися объемами промышленного и гражданского строительства, реконструкцией существующей и строительством новой транспортной сети, систем инженерных коммуникаций и др.

По нашим данным, в настоящее время в Украине работают до 20-25 компаний и организаций, имеющих технические возможности выполнять широкий круг работ с применением технологии ГНБ. В 2007 году специализированные строительные компании и организации эксплуатировали 28-32 комплексов ГНБ производства практически всех основных ведущих мировых производителей – компаний “Robbins HDD” (30%), “Straightline” (26%), “Ditch Witch” (18%), “Vermeer” (10%) и др.

Результаты эксплуатации комплексов ГНБ в странах СНГ, как и в Украине, показывает, что самыми надежными являются комплексы ГНБ производства компаний Robbins HDD, Vermeer и Tracto-Tehnik; самыми ремонтпригодными – Robbins HDD, Straightline и Ditch Witch; самыми быстрокупаемыми – Robbins HDD, Vermeer и Ditch Witch.

Анализ деятельности предприятий с использованием технологии ГНБ показывает, что работы осуществлялись, практически, во всех типах грунтов. При этом в суглинках проложено 49 % от общего километража построенных по технологии ГНБ подземных коммуникаций, в глине – 26,4 %, в песках – 24,6 % соответственно.

По длине прокладываемых подземных коммуникаций различного назначения объемы работ распределяются следующим образом: длиной до 100 м – 66,7 %; от 100 до 200 м – 25,2 %; от 200 до 300 м – 5,6 %, от 300 до 600 м – 2,5 %.

Современное состояние отечественного рынка комплексов для бестраншейного строительства подземных коммуникаций по технологии горизонтального направленного бурения (ГНБ) определяется рядом объективно сформировавшихся факторов.

1. В стране представлены практически все ведущие компании – производители техники ГНБ: Robbins HDD, Straightline, Vermeer, Ditch Witch и др. В настоящее время завершается процесс формирования устойчивого спроса на поставку и эксплуатацию техники ГНБ со стороны потенциальных потребителей из целого ряда отраслей промышленности. В первую очередь это предприятия строительной отрасли, телекоммуникаций, электроэнергетики, нефтегазового комплекса и ряда других.

2. Реальная необходимость в производстве работ с использованием бестраншейных технологий, в том числе техники и технологии ГНБ, обусловлена, прежде всего, введением целого ряда организационно-технических, финансово-экономических, экологических и других ограничений на производство работ по строительству подземных коммуникаций по традиционной технологии с внешней экскавацией грунта.

3. Важным фактором является увеличение числа предприятий, обладающих квалифицированными специалистами в области техники и технологии ГНБ. Следует отметить возникший сравнительно недавно (3 – 5 лет тому назад) и успешно функционирующий на рынке страны ряд специализированных предприятий, осуществляющих работы с использованием техники и технологии ГНБ. Такие компании работают в Киеве, Днепропетровске, Запорожье, Одессе и других городах. Все это создает предпосылки для привлечения к решению экологических проблем технологии направленного бурения скважин.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ В ГРУНТАХ Fe, Mn, B, Si МЕТОДОМ НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖА

А.Ю. Кетов, О.В. Иваненко

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев

В условиях нарастающей техногенной нагрузки на окружающую среду мониторинг естественных и техногенных геологических объектов является одним из наиболее важных мероприятий в концепции перехода Ук-

раины к устойчивому развитию. Увеличивающееся количество отвалов породы ГОКов, хвосто- и шламохранилищ приводит к загрязнению больших участков земли. В тоже время в этих неблагоприятных техно-

генних об'єктах содержится большое количество ценных химических элементов, которые можно извлечь путем вторичной переработки. Определение содержания в отвалах ценных химических элементов, является важной практической задачей. Для ее решения может быть задействован радиоизотопный комплекс, который включает в себя нейтронные и гамма методы каротажа.

Как известно, нейтрон-нейтронные методы применяются для определения влажности грунтов. К ним относится нейтрон-нейтронный метод по медленным (ННМ-М) нейтронам.

На определение влагосодержания ННМ-М влияет присутствие в грунте аномальных поглотителей нейтронов, к числу которых относятся Cl, Mn, Fe, B, Cd, редкоземельные элементы. Такое влияние приводит к неконтролируемой ошибке в определении влагосодержания. Для исключения этого негативного влияния нами разработан способ определения реальной влажности и количественного содержания в грунте аномального поглотителя нейтронов, в условиях *in situ*.

Сутью способа является измерение плотности потока нейтронов на двух расстояниях от источника быстрых нейтронов. Расстояние от источника до детектора медленных нейтронов выбрано равным 0-10 см (Z^M) для меньшего зонда и 20-25 см (Z^6) для большего. Малый зонд работает в области прямой

зависимости измеренной скорости счета от влагосодержания, а большой – в инверсионной области и практически не чувствителен к влагосодержанию. Результаты измерений скоростей счета на малом зонде (I_M^M) и на большом (I_M^6) интерпретируют следующим образом. Доказано, что отношение $I_M^M / I_M^6 = A_M$ не зависит от присутствия в грунте аномальных поглотителей нейтронов, а зависит только от объемного влагосодержания (W_V), – $A_M = f(W_V)$. Скорость счета, измеренная малым зондом зависит и от W_V и от содержания аномального поглотителя нейтронов в грунте (M), – $I_M^M = f(W_V, M)$. По предварительно построенным градуировочным зависимостям $A_M = f(W_V)$ и $I_M^M = f(W_V, M)$, определяют объемную влажность грунта. Определенная влажность грунта по параметру A_M является реальной влажностью (W_V^P), а по I_M^M – фиктивной (W_V^F). Разность (ΔW_V) между W_V^P и W_V^F зависит от M и от самой влажности грунта. Нами получена зависимость $B = f(M)$ (где $B = \Delta W_V \cdot W_V^P$), используя которую, можно определять количественное содержание аномальных поглотителей нейтронов в исследуемой среде.

Применение разработанного нами способа расширяет возможности использования ННМ-М. Его можно применять для мониторинга полива сельскохозяйственных угодий южных областей Украины, с целью предотвращения вторичного засоления грунта.

МУЗЕЙ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗНАТЬ З ЕКОЛОГІЇ

Я.Є. Трегуб

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Україна

Оргуська конвенція про доступ до інформації, участі громадськості в прийнятті рішень і доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища (1998 р.) дає право на широке ознайомлення кожного громадянина з екологічною інформацією відносно стану довкілля та здоров'я і безпеки людей у ньому.

Це добре розумієш, перебуваючи у музеї екології Інституту проблем природокористування та екології НАН України. Музей дає змогу кожному побачити, осмислити, зробити висновки з будь-якого екологічного питання на основі знань і наукових досягнень колектива інституту. Значення музею і в тому, що він розкриває шляхи подолання еко-

логічних негараздів, які накопичило людство із-за нерозумного ставлення до природи і середовища свого проживання.

Головна тема музею, про яку годі десь знайти вичерпну інформацію – сталий розвиток. Прийнята ще у 1992 р. у Ріо-де-Жанейро на саміті ООН з навколишнього середовища і розвитку програма дій “Порядок денний на XXI століття” визначила сталий розвиток як основний напрям розвитку людської цивілізації на теперішнє століття, бо інший шлях призведе до всесвітньої екологічної катастрофи.

На стендах музею розкривається процес розробки інститутом проекту Концепції переходу України до сталого розвитку, впро-

вадження принципів сталого розвитку у наукових темах інституту. Вперше дається науково визнане формулювання сталого розвитку як такого розвитку суспільства, при якому задоволення потреб в природних ресурсах теперішніх поколінь не повинно ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти в них свої потреби, коли будуть узгоджені екологічні, економічні та соціальні складові розвитку, коли техногенне навантаження не буде перевищувати можливостей природного довілля до самовідновлення, а суспільство усвідомить перевагу екологічних пріоритетів над іншими.

Як зазначено в музеї, ідеї вищезначеної Концепції були втілені інститутом у проєкті Державної програми забезпечення сталого розвитку регіону видобування і первинної переробки уранової сировини, знайшли відображення у новітніх екологоорієнтованих і ресурсозберігаючих технологіях природокористування, збереження довкілля і відродження порушених гірничими роботами зе-

мель, розробці екологічних карт територій і таке інше.

Матеріали музею дохідливо розповідають про місце і значення системи екологічного моніторингу як основної ланки відслідковування процесів, що відбуваються у навколишньому середовищі, а також для вироблення управлінських рішень з метою попередження або ліквідації екологічних негараздів. Тут же демонструються розроблені інститутом екологічні карти Дніпропетровської області та міста Дніпропетровська, які дають уявлення про кризові території і до чого це може привести.

Музей проводить значну виховну роботу серед молоді, включаючи студентів, школярів, про що свідчать численні позитивні відгуки у книзі його відвідувачів. Бажано, щоб таких закладів екологічного спрямування було якнайбільше. Свідоме ставлення кожного громадянина до проблем екології – запорука збереження і покращення природного середовища для нас і наших потомків.

EKOLOGO-HYGIENIC ESTIMATION OF DANGER OF POLLUTION OF AGRICULTURAL SOILS IN THE DNEPROPETROVSK REGION ON VALUE OF THE TOTAL INDICATOR OF POLLUTION

L.V. Grigorenko, A.A. Shevchenko

The Dnepropetrovsk state medical academy, Ukraine

The work purpose is definition of regional features of technogenic pollution of soil by cadmium and lead in the agricultural earths for an establishment of possibility of their further use as the standard for regional rationing of heavy metals (HM) in soil, on an example of the Dnepropetrovsk region.

Materials and research methods. We had been selected 35 samples of soil from skilled sites of agricultural earths in the Dnepropetrovsk region. Heavy metals in soil defined with the help of AAS-1N in an air-acetylene flame. In modelling experiment technogenic pollution of soil by salts is simulated: acetate of lead and cadmium sulphate in concentration of 160 and 35 mg/kg. In parallel analyzed on the maintenance soil of control sites. HM defined on a vertical soil profile (from 10 to 150 sm). The research was spent to growth stages of barley ardent.

For the purpose of an ekologo-hygienic estimation of technogenic loading to agricultural earths, on degree of pollution of soil, we

have applied a technique developed by Serdjuk A.M. et all [Сердюк А.М., та ін. Методологічні аспекти ранжирування промислових міст за еколого-гігієнічними критеріями // Гігієна населених місць. – Вип. 47. – К., 2006. – С. 14-20]. According to this technique, definition of a total indicator of pollution (TIP) of soil by chemical elements which is equal to the total indicator of pollution of the separate HM defined as the relation of the actual and background maintenance of chemical substance in soil is provided.

Thus, the hygienic estimation of pollution of soil was spent by us by informative geochemical criteria, the total maintenance of heavy metals in soil on which value of TIP determined. Background value of lead was taken as 11 mg/kg, cadmium - 1,7 mg/kg for ordinary soils in the Dnepropetrovsk region.

Conclusions:

1. On ours research, pollution level for agricultural soils of the Dnepropetrovsk area is estimated as admissible, on value of TIP (2,9-

8,4) both in superficial and in deep layers of earth (3,18-5,2).

2. The greatest maintenance of HM is revealed in a superficial arable layer of earth (0-30 sm). It is noticed, that the greatest concentration of cadmium and lead were observed in growth of barley ardent. So, cadmium was in limits of 1,5-10 mg/kg, lead - 20-60 mg/kg.

3. According to our results, the migration of HM in soil waters occurs us of natural experiment. So, total forms of cadmium have not been found out in a layer of 40-100 sm, lead - 50-70 sm, them registered in deeper layer (110-150 sm). Means, the translocation of HM in grain crops with the subsequent receipt in a human body on a chain „soil - a plant - the person” is under such circumstances probable.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE MAIN CONTAMINATING INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL UNITS ON THE ECOLOGICAL SITUATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN DNEPR RIVER BASIN REGION

L. B. Anisimova

Institute for Nature Management Problems and Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepropetrovsk

At present, Ukraine is suffering a deep environmental crisis. The scope of the environmental problems ranges from short term to long term and from local scale up to continental scale (thus affecting the environmental situation in neighbouring countries). Environmental problems result from all kinds of socio-economic activities of which industry, agriculture, municipal sewage production and transportation are the most polluting. As a result, the quality of water, soil, air is bad. The most serious consequence of these changes concerning the quality of the environmental compartments is the biological and genetic degradation of the people of Ukraine.

Water consumption by 35 million people and 45% of the industry of Ukraine along the Dnepr is about 20 billion m³ per year. Out of the overall volume of pollutants coming into the Black Sea from the territory of Ukraine, 52% comes from the river Dnepr.

Water resources are used intensively: the agricultural sector uses 35,8 % and the industrial sector uses 21,8 % of the total water supply. The underground water resources of Ukraine are contaminated. The quality of groundwater is decreasing as a result of infiltration of polluted surface water and the use of mineral fertilisers and pesticides. As a result of the groundwater pollution, Ukraine is heavily dependent on surface water supplies for drinking, 70% of the population is supplied from the Dnepr River, 15% by other surface water sources and only 15% by groundwater. In order to provide industry and society with sufficient water, a large

number of storage reservoirs have been built in the river systems. Both types of industries (mining and metallurgical) make use of enormous quantities of resources and energy. The thermal power plants cause tremendous air pollution, while nuclear power plants are in principle cleaner, but the impact on the environment of these plants (dispersal of radionuclides, especially Cs and Sr) is much more severe when accidents occur. This was exemplified in a catastrophic way by the Chernobyl disaster in 1986.

The high concentration of these ecologically dangerous industries and the location of many enterprises in the centres of cities aggravate the negative impacts on environment and human health.

Although most large industrial plants have treatment facilities, considerable untreated water is discharged into the rivers, because they are overloaded (e.g. 55 % of all water discharged into Dnepr River is untreated). In addition, many smaller industries do not treat their chemical wastes at all, before discharging either directly into rivers or into municipal sewerages.

The technology used in much of the metallurgical industry is outdated and energy inefficient, although there are modern sections found in individual plants. The steel industry originally developed in Ukraine because of plentiful and high quality domestic resources of iron and coal. Energy consumption per ton raw steel is estimated in the range of 22,5 to 25,9 GJ, 20 to 40% higher than unit energy use in the European Community (EC) steel industry.

The metallurgical sector accounts for 35% of total gross air emissions and is especially a source of dust and carbon monoxide (CO).

Water consumption in the industry appears high, averaging 18,9 m³ per ton raw steel compared to 5-10 m³ per ton raw steel in some EC countries, even though some plants do recycle. Dnepropetrovsk Region holds a wealth of mineral resources: mining of coal, mining of iron, manganese and uranium ores.

Apart from the problems of socio-economical kind, the coal reserves in Ukraine are considered among the hardest to develop in the world. Geological and mining conditions are becoming progressively difficult. The average depth of exploitation is 700 m, but in 15% of the mines (38 mines) the working levels are at a depth of 1000 to 1300 m (at which initial rock temperatures vary from 45 to 52°C; in 80 mines the air temperature exceeds permissible limits). This makes mining more difficult and more expensive.

The major environmental problem of the mining industry is the volume of its wastes. Vast areas of perhaps fertile land are covered with waste rock and tailings dumps. In Ukraine, annually, over 1,5 billion tons of wastes accumulate at surface dumps. The lowest estimates of the overall volume of these wastes reach 20 million tons (spread over 130,000 ha). In terms of volume, the mining industry is the major source of these wastes.

The current level of utilisation of these wastes as secondary raw material does not correspond to their economic value.

Another environmental problem of the mining industry is the large amount of groundwater

that is released, and as the mines become deeper, the amount of water as well as its salinity increases. Annually, about 800 million m³ of saline water from mining is released into rivers, of which 100 million m³ is discharged directly into the Dnepr. The saline effluent can damage drinking water supplies. Coal and iron mining produces an effluent of 60 million m³ highly mineralised water per year. The salinity of the water is up to three times greater than the salinity of seawater. It is contaminating the groundwater at shallower levels under present disposal conditions, making groundwater unfit as a source of drinking water for the local district.

There is also concern about contamination of the water resources with heavy metals and radionuclides.

The method of mining in some of the mines is outdated and hazardous. About 30,1 million ha of Ukrainian black soil (chernozem) are under various crops, the majority under cereals, followed by industrial crops, potatoes and vegetables, and corn for silage. However, uncontrolled drainage has led to saline soils, while groundwater levels below other soils dropped dramatically.

A considerable area (14,8 % of the arable land) is exposed to erosion and on all investigated lands a decrease in the content of humus is determined. Close to 50% of the total wastewater volume of Ukraine is municipal sewage. Furthermore, 27 cities and 499 towns do not have centralised sewage treatment systems at all. As a result, more than 4,4 million m³ of untreated or insufficiently treated wastewater are dumped into water bodies.

PREDICTION OF OZONE CONCENTRATIONS USING FUZZY LOGIC BASED METHOD

*Biljana Mileva-Boshkoska, Vesna Ojleska, Tatjana Kolemishvska-Gugulovska
Institute of Automatics and System Engineering, Faculty of Electrical Engineering
and Information Technologies; Skopje, Republic of Macedonia*

Air pollution is one of the primary environmental concerns in Macedonia due to the public health question. In the urban environment, the levels of ozone pollution are becoming more significant. Therefore, the first automatic measurement station of ozone in the country was installed even more than ten years ago. Nowadays in the process of EU integration, Republic of Macedonia has to harmonize environmental

legislation with European one. According to the new Macedonian legislation for air quality (Law on ambient air quality, Official Gazette of Republic of Macedonia, no 67/2004) the country is obliged to perform continuous monitoring of the ambient air throughout the whole territory of the country. For that reason, the national measuring network increased up to fifteen installed automatic monitoring stations for gather-

ing data for the air quality. They presently cover regions where highest values are expected throughout the whole territory of the country. According to the EU Directives there is a need for public information on the air pollution level in real time and to warn the general public in advance about the air pollution episodes.

In order to achieve prediction of ozone pollution we need to use effective mathematical prediction and modelling tools. Due to the universal approximation property, fuzzy systems represent a good framework for modelling complex and highly nonlinear systems. The objective of our study is to research the fuzzy identification model allowing us to predict the future hourly values of ozone concentration from past and present data. In this paper we present a fuzzy logic identified model for prediction of ozone concentrations. The advantage of prediction methods based on fuzzy set theory is the ability to express the models obtained in the form of fuzzy rules. The fuzzy rules are very close to human language which allows one to easily explain and justify the predictions made by the model. The main emphasize is adjusting the type of membership function that we choose as it has a significant impact on the ultimate accuracy of the produced approximator. We have also compared our results with the model obtained by Support Vector Machines for prediction of ozone concentrations.

For the start of the research we concentrate on the problem of hourly value of ozone concentration that would appear in the following hours. This value should be calculated on the basis of the measurements available from the local automatic station. Our data are measured by the Ministry of Environment and Physical Planning (MoEPP) at one measurement point in the municipality of Karposh III, Skopje, Repub-

lic of Macedonia. Our data base contains continuous data for the year 2005. Each measurement data is taken every second by the automatic monitoring station. The data are then averaged each hour and sent to the data base situated in MoEPP. That way we obtain 24 hourly data per day per measured parameter. Our measurement point measures the following parameters: nitrogen monoxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), ozone (O₃); particular matters (PM₁₀), sulphur dioxide (SO₂) and information on the meteorology, such as wind speed (WS), direction (WD), atmospheric pressure (hPa), air temperature (T), humidity (h), radiation (S) and precipitation (mm).

However, mainly due to financial and maintaining problems, the data include many zeros which indicate that either the measured data was not validated or that there was no measurement at that particular hour of the day. Therefore we picked a small period of time in the summer and winter season for which we have sufficient data for the air pollution parameters. We use the past and present values of the following parameters: NO₂, O₃, humidity and temperature.

Thus, we have a set of values of four parameters for each record. In total we have measurements for 17 days in each season. Currently, the prediction system is considered to be a MISO (multiple input single output); the output will be the level of ozone (O₃) which is also the main indicator of pollution. We have split our database into two parts: the training set (first ten days) and the test set (last seven days). The period for which we perform the modelling is 1 - 17 August, and 1 - 17 December, 2005.

This is the first attempt to perform modelling of ozone pollution using the fuzzy logic technique in Republic of Macedonia.

CONCENTRATING SOLAR POWER – TECHNOLOGIES AND OVERVIEW

Miriam Ebert *, *Anna Heimsath* **

* *German Aerospace Center (DLR); Institute of Technical Thermodynamics – Solar Research; Plataforma Solar de Almería; Tabernas, Spain;* ** *Dept. Materials Research and Applied Optics; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE; Freiburg, Germany*

Outline

Recognizing the need for CO₂ reduction and the rising world energy demand renewable energy plays a major role in future energy production. Using the technology available today, at

least half of the global energy demand in 2050 can be met by renewable energy sources. This has been proven by current scenarios in which a major role has also been ascribed to solar electricity generation [1]. In addition to photovol-

taics, concentrated solar thermal power stations are central to solar electricity generation and provide a cost effective alternative for large scale power generation.

This article gives a general idea on Concentrating Solar Power (CSP) and recent developments in this field. We introduce the principles of CSP with particular attention to its different technologies and current innovations. Due to the recent market introduction an overview of current developments and first commercial systems will be given. Especially in countries with a high solar insolation, in the so called sun-belt regions, solar thermal power generation becomes commercially attractive. In Spain and the USA the first commercial systems since the 1990s were connected to the electricity grid in 2007.

Technologies

Solar energy is often associated with solar thermal heat production based on flat plate collectors to produce domestic water and space heating or with photovoltaic panels to produce electricity. Concentrating Solar Power plants in contrast means to produce electric power by converting the sun's energy into high-temperature heat using various mirror configurations for concentration.

For the generation of solar heat, different collector technologies are available: point-focusing collectors such as solar towers and solar dishes and linefocusing collectors such as parabolic trough collectors and linear Fresnel collectors. All CSP technologies rely on the four basic key elements: concentrator, receiver, transport-storage, and power conversion.

The concentrator captures and concentrates solar radiation, which is then delivered to the receiver. The receiver absorbs the concentrated sunlight, transferring its heat to a working fluid. The transport-storage system passes the fluid from the receiver to the power-conversion system; in some solar-thermal plants a portion of the thermal energy is stored for later use. As solar thermal power conversion systems, Rankine, Brayton, Combined or Stirling cycles have been successfully demonstrated. Four solar thermal power generation concepts will be presented here in more detail.

- The Solar Central Receiver or Power Tower is surrounded by an array of two-axis tracking mirrors, termed heliostats, reflecting direct solar radiation onto a fixed receiver lo-

cated on the top of the tower. Within the receiver, a heat transfer fluid (HTF) like water/steam, air, or molten salt transfers the absorbed solar heat to the power block. Parabolic Trough or Solar Farm consists of long parallel rows of troughshaped glass mirrors. Tracking the sun by rotation on one axis, the collector concentrates the direct solar radiation onto an absorber pipe located along its focal line. A heat transfer fluid, typically oil, is circulated through the pipes. The hot oil evaporates water and the generated steam drives the steam turbine generator of a conventional power block.

- Fresnel Collectors are also linear concentrating systems like parabolic troughs but with small segmented, almost flat parabolic mirror elements. Instead of tracking the whole collector, only the mirror segments are tracked focusing on a fixed absorber. Compared to parabolic troughs Fresnel Collectors have a simpler technology and more economical flat mirrors but on the other hand a lower optical efficiency.

- The Parabolic Dish Systems consist of a parabolically shaped point focusing concentrator in the form of a dish that reflects solar radiation onto a receiver mounted at the focal point. These concentrators are mounted on a structure with a two-axis tracking system to follow the sun. The collected heat is typically utilized directly by a heat engine, mounted on the receiver.

The inherent advantage of CSP technologies (except Dish-Stirling Systems) is their unique integrability into conventional thermal power plants: All of them can be integrated as a "solar burner" in parallel to a fossil burner into conventional thermal cycles and provide with thermal storage or fossil fuel as backup firm capacity [2].

New developments and market introduction

Advanced concepts are under investigation to optimize the efficiency of the plants and to reduce costs.

For example in power towers higher temperatures are aspired, using pressurized air up to over 1000°C in order to feed it into the gas turbines of modern combined cycles. Other projects showed the feasibility and cost reduction potential of Direct Steam Generation in parabolic troughs and linear fresnel collectors avoiding heat exchangers and expensive HTF. Other recent topics of investigations are the de-

velopment of thermal heat storages and of absorber tubes with higher temperature stability of up to 500 °C.

Until lately, worldwide only one commercial solar thermal power plant was operating. The Solar Energy Generating Systems (SEGS) consists of nine solar power plants in California's Mojave Desert, which were commissioned between 1984 and 1991. The plants have a 354

MWel installed capacity. Due to feed-in tariffs passed in the last years, today new commercial solar thermal power plants were built or are under construction. Under the first commercial plants connected to the grid were the 64 MWel parabolic trough plant in Nevada, USA and the 10 MWel power tower in Seville. Several 1000 MW are planned to be erected in the next few years.

[1] World in Transition – Towards Sustainable Energy Systems German Advisory Council on Global Change, Berlin, 2003

[2] Ch. Richter, P. Heller, K. Hennecke. BMWA Export Initiative Solar Thermal Energy and Photovoltaics, German Aerospace Center (DLR), 2004

ENVIRONMENTAL TRENDS IN SWITZERLAND

Daniel Fritzenwallner

University of Applied Sciences Northern Switzerland

Introduction – With this summary I will show some important environmental, statistical trends in Switzerland in the year 2007. Environmental problems in Switzerland and other countries should let everyone think about their way of treating our environment as well as using our resources and what problems could evolve for the next generations.

Population and Household. Today, 75% of the Swiss population live in towns (> 10'000 citizens). Since cities are growing constantly, more and more houses and factories are built in the land around the cities and less agriculture can therefore exist.

We need more and more place in ratio to the population growth because the trend goes towards more single households than family households. 1980, 2.5 people lived in average in a household, in the year 2000 only 2.2 people. More households means more refrigerators, more washing machines, etc. which results in a higher energy consumption and therefore a higher need of resources.

<i>Summary</i>	<i>Trend</i>
Between 1980 and 2000, population grew by 14%. In the year 2005 lived ~7.5 million people in Switzerland.	↗
The amount of households grew between 190 and 2000 by 27 %.	↗
In the year 2000, 44m ² living space was used per person. This is 10m ² more than in the year 1980.	↗

Consumption and Waste. Our living and consumption habits are in a strong connection

with the usage of energy and drinking water as well as the amount of waste we produce. The behaviour of a single person has a weak influence on the environment, but the pressure of the whole Swiss population has an immense influence. Due to the fact of population and economical growth, it's very important to use the natural resources responsible. Swiss citizens "productions" of waste increases while the energy consumption is about on a constant level. Due to better technologies, the amount of drinking water used has a trend downwards.

<i>Summary</i>	<i>Trend</i>
370l drinking water was used per person per day in the year 2005	↘
35'000KWh energy was used per person in the year 2005. This amount of energy is equal to 80 pieces of 50W - light bulbs.	→
660kg waste we had per person in the year 2005	↗

Air. The quality of air in Switzerland got within the last 20years much better due to better technologies. The most exposure limits can be kept. However, the exposure limits of Ozon (O₃), NO_x and PM10 are still hard to keep. These pollutants can harm the respiratory system and can lead to cardiovascular diseases as well as a higher risk of cancer. Whole ecosystems can also be harmed because of a too high concentration of nitrogen and acids. The future goal is the reduce the exposure of these pollutants farther.

<i>Summary</i>	<i>Trend</i>
The immision thresholds of the 3 problematic pollutants Ozon, Nitrogen dioxide and particulate matter (PM10) still can't be kept on an overall basis.	→
40% of the Swiss population lived in the year 2000 at a place where the concentration of PM10 was above the exposure limit.	↘
660kg waste we had per person in the year 2005	---

Water. The water quality in Swiss lakes and rivers got much better within the last years; nevertheless this is not a sign to think every-

thing is fine. The ecosystems are very sensitive and we need to be careful with them.

About 80% of the drinking water we take from the ground water and about 20% from lakes. Therefore it is very important that we use the ground water with care. Especially where agriculture takes place, too much water gets used in an inefficient manner.

The nitrate concentration from pesticides increases in the ground water. Additionally, pesticides from the industry and cars also harm the quality of the water.

<i>Summary</i>	<i>Trend</i>
Per year, 1 milliard (brit.) cubic meters drinking water is gained by public water plants; that's about the volume of the lake Biel.	→
The industry decreased the amount of drinking water spent by 35% between 1980 and 2004.	↘
Households and small facilities increased the amount of drinking water spent by 18% between 180 and 2004	↗

APPROACH TO LONG - TERM FORECASTING OF NATURAL DISASTERS IN UKRAINE UNDER PROJECTED CLIMATE CHANGES

Yu. Kostyuchenko *, *Yu. Bilous* *, *N. Minarchenko* **, *O. Rukin* **, *V. Nikonenko* **

* *Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth National Academy of Sciences of Ukraine*; ** *National Polytechnic University of Ukraine "KPI", Institute of Applied Systems Analysis, Kiev*

The interim results of research of Centre for Aerospace Research of the Earth of National Academy of Sciences of Ukraine in field of long-term natural disasters risks analysis and forecasting are presented. Aim of this paper is to demonstrate the research methodology of disasters risks analysis in the context of global changes of climate and evolution of terrestrial ecosystems. Approach we developed allows to build the number of correlated scenarios of climate change, corresponding ecosystems response and disaster escalation.

The appropriate models are developed for analysis of hydrologic and hydro-meteorological disasters (mainly the floods, inundations, and partly the windstorms, droughts, extreme temperatures and fires) as well as the induced phenomena such as the landslides, avalanches, surface subsidence etcetera. The purpose of our studies is to estimate the future disaster escalation on the base of the developed multi-scale models of climate and earth covers.

Thus the stable correlations are determined and the appropriate modeling approaches are framed and analyzed. On this base is possible to

determine and to investigate the relations between the disasters genesis probability (in particular in the framework of separate catchments) and global changes of climate and ecosystems.

Further the forecasting of ecological and socio-economical risks of natural disasters might be incorporated into the regional development management system. Proposed approach allows to develop the coherent scenarios of climate changes, ecosystems evolution, and trends of hydrological and hydro-meteorological disasters. It is the base for the more adequate and accurate forecasting of disasters, and to integrate the developed forecasts into the decision making systems. Key results are the following:

- modeling framework for determination of natural systems vulnerability toward the climate changes and natural disasters was formulated;
- appropriate techniques and satellite observation systems response scenarios for the natural hazardous events for the seasonal and long – term forecasting were developed;
- stable correlations of disasters risks, climate change and land-use have been emerged;

- separate phenomenological models were completed, and the method-oriented system whole model by the river basins has been development.

The presented results of our investigations are encouraged and we believe that the further development and improvement of the proposed research appears to be fruitful. Presented approach allows to recognize the regional risks features in the context of global changes, to analyze both the general and separated peculi-

arities of dangerous processes and, finally, to build-in the disaster management measures into the regional land-use and development strategies. The further development of the research requires the verification the proposed approach using the other regional data, expansion of the mid-scale calculations to other basins, calibration of scenarios through ground measurement of critical parameters, rectification of the disasters data-base, and development of the social – economy issues of the risks analysis.

ENVIRONMENT – XXI. THE ABSTRACTS OF THE FORTH INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC CONFERENCE

The theses of the basic reports of the Fourth International Youth Scientific Conference "Environment - XXI" (to 90-year's anniversary of NAS of Ukraine) are submitted. The results of theoretical and applied researches of the young scientists on general problems of steady development, ecological and tecnogenius safety, preservation and revival of environment, rational nature management of regions are in the theses.

*Надійшла до редколегії 28 жовтня 2008 р.
Рекомендована Організаційним комітетом четвертої
Міжнародної молодіжної наукової конференції*

З М І С Т

Вступ	5
ЧАСТИНА 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
А.Г. Шапар Ноосферні міркування щодо деяких шляхів відтворення біорізноманіття	6
Г.Г. Шматков Некоторые размышления о нравственности в отношении к окружающей природной среде	11
А.Г. Шапар, О.О. Скрипник, С.М. Сметана Екомережа як територіальна основа розвитку екологічного туризму	18
И.А. Краснопольский, И.Н. Подрезенко, Л.И. Уварова Об особенностях изменений характеристик гравитационного поля земли и возможности их влияния на устойчивость природных экологических систем	24
ЧАСТИНА 2. ПРИРОДНОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕРИТОРІЇ ТА ЙОГО РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ	
С.М. Сметана Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів	30
А.М. Гайдин Влияние техногенной деятельности на соляной карст	42
О.О. Скрипник Розробка наукових основ технологій біогеодиверсифікації порушених гірничими роботами земель для розбудови екологічної мережі	55
ЧАСТИНА 3. ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ	
П.И. Копач Особенности выбора природоохранных технологий для условий открытых горных работ	70
Д.О. Шевченко Оцінка стану стійкості зовнішніх відвалів	81
И.В. Ботанцев Технологические аспекты повторной разработки крутопадающих месторождений открытым способом	86
Д.О. Шевченко Контроль стану стійкості внутрішніх відвалів	89
І.В. Махота Проблеми утилізації та знешкодження твердих побутових відходів і досконалення способів їх вирішення	94
A.G. Sharap, O.K. Tyarkin, M.A. Yemets Increase of efficiency of soil remediation near stores of radioactive wastes	103
ЧАСТИНА 4. МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ, ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	
О.А. Романовський Екомоніторинг у розробках інституту	110

О.К. Тяпкин Использование геофизической информации для формализации решения геоэкологических задач	118
Н.С. Остапенко Влияние климатических факторов на параметры геохимического загрязнения	136
Л.Ф. Долина, Т.Т. Данько, В.В. Беляева Загрязнение воздушной среды помещений неприятными запахами и методы их устранения	143
Т.Ф. Яковишина Екологічна оцінка впливу сорбент-меліорантів на агрохімічні показники родючості при детоксикації важких металів в ґрунті	153
М.А. Ємець Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування	159
И.А. Николаева Эффективность проведения экологических аудитов на примере тепловых электрических станций	170
ЧАСТИНА 5. МАТЕРІАЛИ ЧЕТВЕРТОЇ МІЖНАРОДНОЇ МОЛОДІЖНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ	
Довкілля – XXI. Матеріали четвертої Міжнародної молодіжної наукової конференції. Передмова	174
К.А. Агутин Экологическая ситуация на территории республики Беларусь	175
О.Б. Багмет Антропогенний чинник геоморфогенезу Київського плато	177
О.Г. Білашенко, С.О. Кравець, О.К. Тяпкін Екологічне зонування території (на прикладі регіону видобування та первинної переробки уранової сировини)	178
М.Г. Бондаренко Автоматизація розрахунку викидів забруднюючих речовин від енергетичних установок	179
О.З. Глухов, С.І. Прохорова Синантропні рослини як об'єкт фіто моніторингу техногенного середовища Донбасу ...	180
С.Ю. Гонтар, О.Ю. Зайченко, А.І. Дворецький Природний уран у водних біоценозах рр. Жовта та Інгулець	181
В.А. Горбань Особливості економічної оцінки наслідків вітрової ерозії ґрунтів степу України	182
Д.В. Горобченко Экологический ущерб и уровень технологического развития	183
Н.В. Ільченко, Л.М. Козлова Система еколого-соціо-економічного моніторингу як частина системи управління розвитком регіону	184
І.М. Копачевський, Ю.В. Костюченко, О.О. Рукин, В.А. Никоненко Інтегроване використання даних дзз, наземних вимірів та моделювання геосистем для визначення відкладених соціо - екологічних ризиків, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями техногенного характеру	186

Е.Н. Корчемкина, Е.Б. Шибанов, М.Е. Ли Алгоритм расчета концентраций пигментов фитопланктона по данным дистанционного зондирования	186
Е.А. Котельянец, С.К. Коновалов Рентгенофлуоресцентный метод контроля и мониторинга загрязнения донных отложений Керченского пролива тяжелыми металлами	187
М.О. Лаврик, Т.И. Долгова Биорассоление нарушенных почв в результате развития явления вторичного галогенеза на примере Западного Донбасса	188
С.А. Онищенко, О.К. Тяпкин, В.В. Цыганенко Эколого-геофизическое изучение верхней части геологического разреза в условиях мощной криолитозоны	190
О.В. Марініч, І.Л. Колябіна, Л.В. Кононенко, Т.І. Коромисліченко Дослідження кінетики поглинання цезію-137 гранітами із модельних тріщинних вод кристалічних порід	192
Е.В. Маньковская, В.И. Маньковский Методические вопросы применения метода флуктуаций прозрачности для определения параметров крупной взвеси в морской воде	193
Н.В. Романюк, О.А. Романовський Концепція сталого розвитку: нові перспективи	193
Н.Ф. Усманова, А.А. Фетисов Химическое выветривание лежалых хвостов переработки медно-никелевых руд	194
О.В. Рошка Екологічний моніторинг ділянок рекультивації шахтних відвалів	196
С.М. Сметана Моніторинг розвитку екосистем на посттехногенних ландшафтах	197
Ф.О. Чмиленко, Н.М. Смитюк Прискорений аналітичний контроль вмісту важких металів в об'єктах довкілля	198
Н.С. Ружиленко Тенденции к изменению видового состава, пространственного распределения и численности хищных млекопитающих в районе Среднего Приднепровья	199
Н.С. Тимошенко, А.Ю. Собко Расчет риска возникновения канцерогенных заболеваний у населения города Донецка в связи с загрязнением атмосферы бенз[а]пиреном	200
С.Н. Сметана, И.О. Тяпкин К вопросу расширения рекреационных возможностей ландшафтных техногенных заказников средствами спортивного ориентирования	201
В.М. Шестопапов, Ю.В. Костюченко Міжнародний рік планети земля: стан та перспективи участі українських науковців в глобальних заходах в галузі наук про Землю	203
М.В. Язвинська Характеристика компонентів ландшафтів Житомирського Полісся	203
М.В. Ющенко, Н.О. Мінарченко Досвід застосування системи прогнозування ризиків ландшафтних пожеж в Україні за даними супутникової зйомки	204

И.И. Романенко Основные тенденции распространения бестраншейных технологий на территории Украины	205
А.Ю. Кетов, О.В. Иваненко Способ определения содержания в грунтах Fe, Mn, B, Cl методом нейтронного каротажа	206
Я.Є. Трегуб Музей як джерело знань з екології	207
L.V. Grigorenko, A.A. Shevchenko Ekologo-hygienic estimation of danger of pollution of agricultural soils in the Dnepropetrovsk region on value of the total indicator of pollution	208
L.B. Anisimova Environmental impacts of the main contaminating industrial and agricultural units on the ecological situation and sustainable development in Dnepr river basin region	209
Biljana Mileva-Boshkoska, Vesna Ojleska, Tatjana Kolemishvska-Gugulovska Prediction of ozone concentrations using fuzzy logic based method	210
Miriam Ebert, Anna Heimsath Concentrating solar power – technologies and overview	211
Daniel Fritzenwallner Environmental trends in Switzerland	213
Yu. Kostyuchenko, Yu. Bilous, N. Minarchenko, O. Rukin, V. Nikonenko Approach to long - term forecasting of natural disasters in ukraine under projected climate changes	214

Національна академія наук України
Інститут проблем природокористування та екології

Наукове видання

ЕКОЛОГІЯ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Збірник наукових праць

Випуск 11, 2008 р.

Технічний редактор О. Романовський
Комп'ютерний набір В. Шовкопляс

Підписано до друку 18.11.2008 р. Формат 60 x 84/8.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 25.57. Обл. вид. арк. 19.05
Наклад 300 прим. Замовлення № 11/18.

Надруковано у повній відповідності до оригінал-макета ПП «Моноліт»
49000, м. Дніпропетровськ, вул. Горького, 20, тел.: (0562) 34-08-73
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 273 від 08.12.2000 р.