

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 911.375.5

*Головчак В.Ф.
Державне управління охорони
навколишнього природного середовища
в Івано-Франківській області*

СТАН ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ГЕОКОМПЛЕКСІВ КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ТА ЗАХОДИ ДЛЯ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Висвітлено й проаналізовано стан гірничопромислових геоконплексів Калуш-Голинського родовища калійних солей та екологічну ситуацію в межах родовища. Запропоновано ряд заходів, які спроможні оперативно покращити ситуацію, котра на сьогодні досягла рівня екологічної катастрофи.

Ключові слова: Калуш-Голинське родовище калійних солей, гірничопромислові геоконплекси, техногенне навантаження, екологічний стан.

Показано и проанализировано состояние горнопромышленных геоконплексов Калуш-Гольинского месторождения калийных солей, а также экологическая ситуация в пределах месторождения калийных солей. Предложено ряд мероприятий, способных оперативно улучшить ситуацию, которая на сегодня достигла уровня экологической катастрофы.

Ключевые слова: Калуш-Гольинское месторождение калийных солей, горнопромышленные геоконплексы, техногенные нагрузки, экологическая ситуация.

Shown and analyzed the state of mining geocomplexes Kalush-Golynsky deposit of potassium salts, as well as the environmental situation within deposit of potassium salts. Suggested a number of activities that can quickly improve the situation, which today has reached a level of environmental catastrophe.

Keywords: Kalush-Golynsky potassium salt deposits, mining geokomplexy, under stress, the environmental situation.

Актуальність проблеми. За період експлуатації Калуш-Голинського родовища калійних солей на його базі сформувалися гірничопромислові геоконплекси, що включають ряд об'єктів гірничовидобувного і переробного профілю, які уже тривалий час створюють техногенне навантаження і потенційно здійснюватимуть такий вплив у перспективі. На сьогодні внаслідок сукупності багатьох антропогенних впливів район родовища характеризується напруженою екологічною ситуацією. Указом Президента України від 10.02.2010 р. № 145/2010, підтвердженням Законом України від 12.02.2010 р. № 1885-VI, територію міста Калуш та сіл Кропивник і Сівка-Калуська Калуського району Івано-Франківської області оголошено зоною надзвичайної екологічної ситуації. Тому реальна оцінка екологічного стану району є надзвичайно актуальною, потребує нагального здійснення, а також необхідне проведення невідкладних природоохоронних заходів.

Об'єктом досліджень є гірничопромислові геоконплекси Калуш-Голинського родовища калійних солей, яке розташоване в Калуському районі Івано-Франківської області.

Висвітлення проблеми в науковій літературі. На сьогодні екологічній ситуації Калуш-Голинського району присвячена значна кількість публікацій, які переважно стосуються моніторингу техногенних впливів та пропозицій технічного вирішення проблеми [1-5, 7-9, 11-16] тощо. Водночас, вони не досліджують ситуацію з використанням реальної структури територіальних систем, що робить висновки розпливчастими (територіально не конкретними).

Методика робіт. Основними методичними прийомами проведених досліджень є аналіз фондів, архівних, статистичних, іконографічних та інших матеріалів, картографування гірничопромислових геокомплексів у процесі їх просторово-часової трансформації, моделювання ймовірних процесів їх функціонування, динаміки та розвитку для прийняття управлінських заходів з метою їх екологічної оптимізації.

Аналіз результатів досліджень. Калуш-Голинське родовище калійних солей розташоване у внутрішній зоні Передкарпатського передового прогину в Калуському районі Івано-Франківської області (рис. 1). Це з багатьох точок зору унікальний об'єкт, на якому поклади кам'яної солі експлуатувалися протягом багатьох століть спочатку шляхом видобування природних розсолів, а згодом за допомогою камер вилуговування. Пізніше основним предметом промислового інтересу стали поклади полімінеральних калійно-магнієвих солей, що залягають серед кам'яної солі. Видобування калійних солей здійснювалося на трьох рудниках та єдиному у світовій практиці відкритому Домбровському кар'єрі, а переробка сировини - на калійному заводі й згодом на хіміко-металургійному комбінаті.

Виробничу діяльність здійснював ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана». Проектна потужність заводу – 499,2 тис. тонн в рік мінеральних добрив (в натуральному вигляді). Він був єдиним виробником калійних добрив в Україні. Завод уведений в експлуатацію в 1966-1968 роках і був зупинений у жовтні 2001 р. через неспроможність вести оплату за енергоносії та нездатність сільгоспвиробників проводити розрахунки за спожиті мінеральні добрива.

Загальна площа території ДП «Калійний завод» становить 1063,5 га. Підприємство має 3 рудники, Домбровський кар'єр, 2 відвали засолених ґрунтів, 2 хвостосховища та шламонакопичувач (рис. 2), які є потенційно небезпечними і можуть спричинити просідання земної поверхні, утворення провальних воронок, карстів, зсувів, забруднення водних об'єктів та земель. Особлива небезпека полягає в тому, що на території шахтних полів відпрацьованих рудників розташовані:

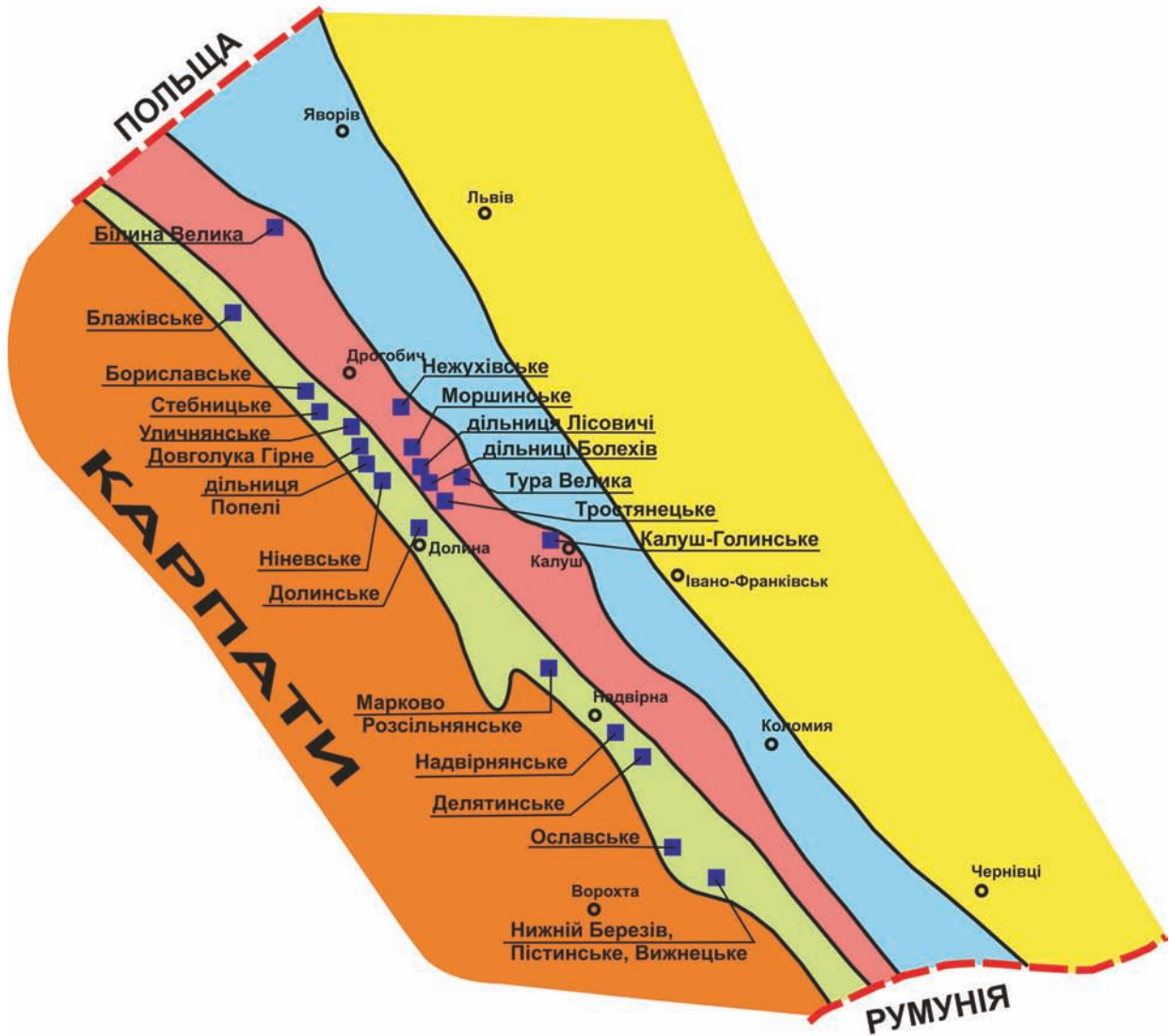
- 256 житлових будинків і промислових об'єктів міста Калуш;
- 109 житлових будинків с. Хотінь, з яких 18 будинків уже знесено і люди переселені, та 7 споруд промислового призначення на вентстволі «Хотінь»;
- 285 житлових будинків, 7 промислових споруд с.Кропивник;
- 304 житлові будинки, 16 промислових споруд с.Сівка-Калуська.

Видобуток калійних солей у рудниках «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь» проводився на семи шахтних полях камерною системою розробки із залишенням, в основному, стрічкових міжкамерних ціликів (МКЦ). Запаси руди на рудниках повністю відроблені, об'єм вироблених порожнин склав біля 19 млн. м³. Залишені МКЦ розраховані на тимчасову підтримку покриваючої товщі без закладки в сухих умовах, а порожнини повинні бути заповнені інертними матеріалами. Рудники ліквідовано. Три шахтні поля заповнені розсолами з пульпою, два затоплюються соляними розчинами в даний час, два знаходяться в «сухій консервації».

Видобуток корисних копалин підземним способом викликав порушення рівноваги в товщі гірничих порід, що стало причиною змін природного середовища, а саме: осідання і деформації земної поверхні над відробленими покладами, карстоутворення. Ці процеси призводять до зміни природного режиму і хімічного складу ґрунтових вод, підтоплення земної поверхні, утворення провальних воронок (карстів) тощо [9-14].

Досвід ліквідації рудників закачкою розсолів у різних країнах світу підказує, що рано чи пізно міжкамерні цілики розчиняються, і проходять просідання або провали (Росія, Німеччина). Найбільшу небезпеку пов'язану з порушенням стійкості земної поверхні на рудниках, зокрема «Ново-Голинь», внаслідок затоплення, слід очікувати на ділянках, де мають місце виходи теригенних порід під четвертинні відклади. З досвіду проведення гірничовидобувних робіт відомо, що породи верхньобалицької світи схильні до самовивалювання. Характерною особливістю для них є тріщинуватість та наявність багаточисельних дзеркал ковзання. При безпосередньому контакті порід з розсолами інтенсивність руйнації їх зростає багатократно. Оскільки теригенні відклади залягають на значних площах шахтних полів, масштаби зсувів земної поверхні можуть бути великими. Карстопровальні та зсувні процеси також будуть супроводжуватися витісненням великої маси соляних розсолів з підземних порожнин у во-

СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ КАЛІЙНИХ РОДОВИЩ ПРИКАРПАТТЯ



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Східно-Європейська платформа
- Зовнішня зона Передкарпатського прогину
- Самбірський покрив внутрішньої зони Передкарпатського прогину
- Бориславо-Покутський покрив внутрішньої зони Передкарпатського прогину
- Калійні родовища
- Карпати

Рис. 1. Схема розміщення калійних родовищ Прикарпаття.

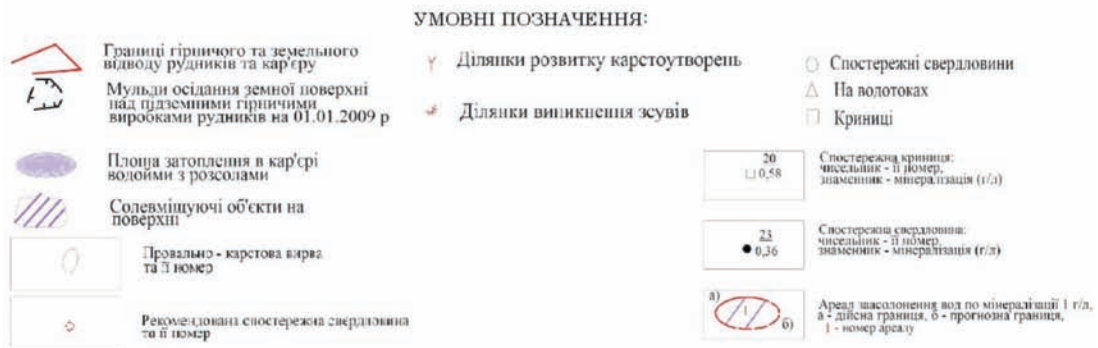
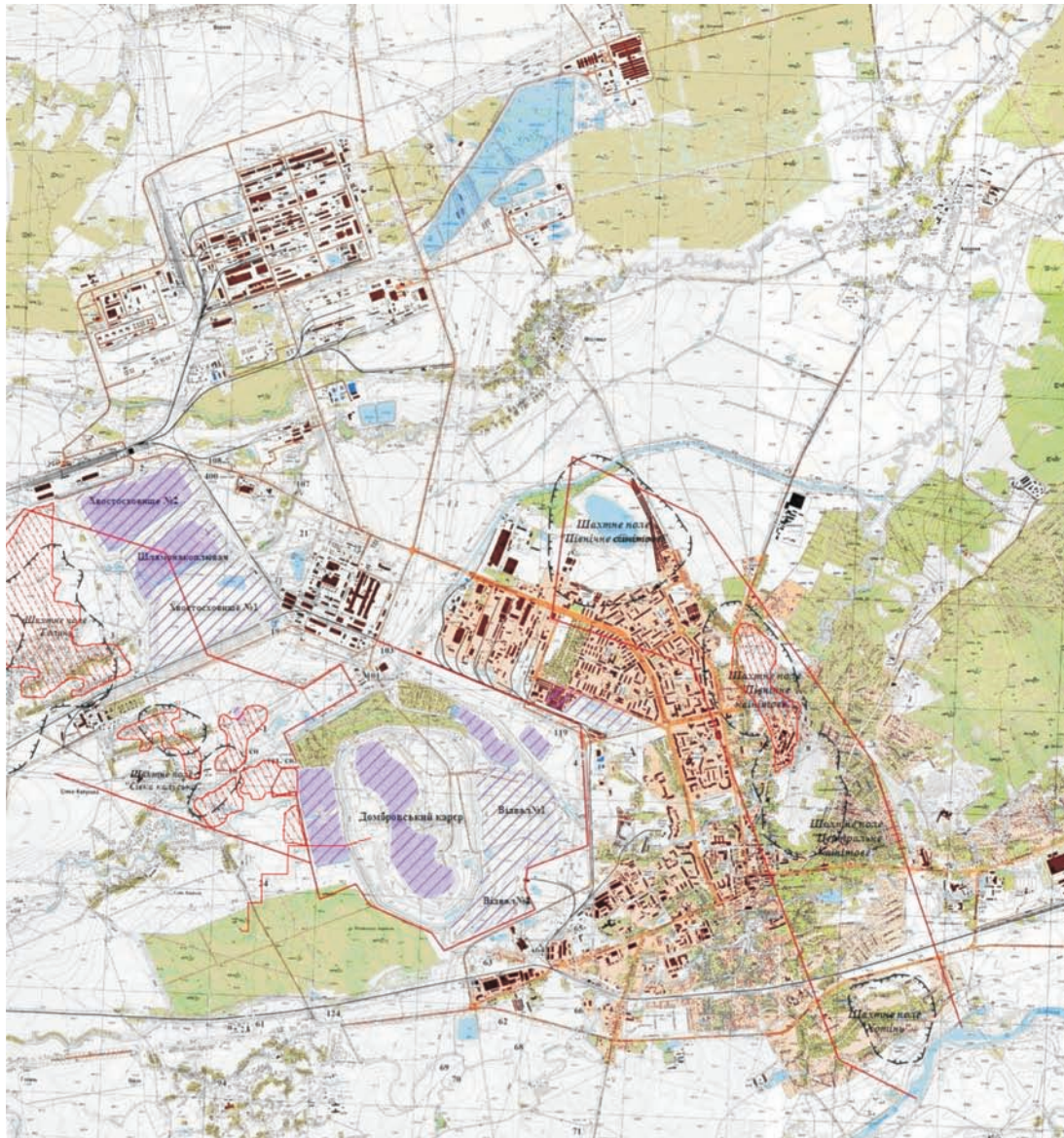


Рис. 2. Оглядова карта території Калуш-Голинського родовища калійних солей (за результатами моніторингу гірничопромислових геокмплєксів станом на 01.01.2010 р.).

доносний горизонт та поверхневі водойми. Розвиток таких процесів може спричинити аварійну ситуацію, яка призведе до втрати великої кількості житлового фонду в селах Кропивник і Сівка-Калуська та забруднення підземного водоносного горизонту на значних площах. При заключних стадіях затоплення рудника рівень розсолів, поданих у гірничі виробітки, досягне верхньобалицьких порід, які безпосередньо примикають зверху до соляного дзеркала та виходять під четвертинні утворення. Саме тоді слід очікувати на максимальну активізацію екзогенних геологічних процесів, наслідком яких може бути значне просідання земної поверхні та утворення провалів на ній [9,11,14].

При відкритій розробці покладів калійних руд у відвалах Домбровського кар'єру накопичено 26 млн. м³ розкритих порід, з яких більш як 14 млн. м³ соленосні глини. У самому кар'єрі накопичилося більше 11 млн. м³ висококонцентрованих розсолів із загальною мінералізацією 350 г/л, кількість яких щорічно збільшується. Поруч (на відстані 250 м) протікає річка Сівка, води з якої стягуються депресією кар'єру, тому реальною є загроза затоплення кар'єру за короткий проміжок часу. Внаслідок цього розсоли попадуть у підземний водоносний горизонт та в саму річку, що призведе до екологічної катастрофи.

Солевідвали та відходи від переробки калійної руди, які зберігаються в двох хвостосховищах, викликають засолення підземних вод, яке відбувається по причині фільтрації розсолів через тіло греблі, а також у верхній водоносний горизонт. Ареал засолення досягає 900 га і наближається до р. Лімниця.

Домбровський кар'єр уведено в експлуатацію в 1967 р., де вперше у світовій практиці калійні солі видобувалися відкритим способом. До недавнього часу кар'єр залишався єдиною діючою сировинною базою для видобутку калійної руди. Балансові запаси калійної руди в кар'єрі становлять 32 млн. т.

Розробка кар'єру передбачалася двома окремими дільницями. Південна - відпрацьована в 1982 р. і заповнена розсолами. Північна частина кар'єру з травня 2007 р. почала інтенсивно затоплюватись внаслідок попадання засолених вод з дренажних траншей, з галькового горизонту та з ріки Сівка.

До 2008 р. щорічно у кар'єрі, внаслідок розчинення соляних покладів атмосферними опадами утворювалося 1,2–1,3 млн. м³ розсолів. Заповнення кар'єру рідкою фазою особливо помітно інтенсифікувалося протягом останніх двох років через затоплення насосної № 2 в дренажній траншеї та прогресуючого розвитку карстових каналів в напрямку річки Сівка. За 2008 р. внаслідок інтенсивних опадів та фільтрації ґрунтових вод прилив вод у кар'єр склав майже 3,2 млн м³. Станом на 01.01.2008 р. рівень розсолів у Південній ділянці становив +253,91 м, об'єм – 5607 тис м³, у Північній ділянці – відповідно +244,82 м і 593,4 тис м³, разом 620,8 тис м³. У серпні 2008 р. рівні з'єдналися (рис. 3). На початок 2009 року рівень розсолів у кар'єрі становив +257,74 м, об'єм 8691 тис м³ (з урахуванням того, що в 2008 р. з кар'єру перекачано у відстійник 668 тис м³ розсолів). Станом на 01.01.2010 року рівень розсолів у кар'єрі становив +263,6 м, об'єм – 11198,6 тис. м³.

У разі затоплення кар'єру до рівня підшови водоносного горизонту відбудеться значне збільшення засоленості останнього, яке може прискоритися під час повені та прориву вод річки Сівка. Внаслідок цього утвориться необмежений епіцентр розсіювання солей у довкілля, який додасться до вже існуючих у вигляді винесення солей із хвостосховищ, відвалів. Тому можна стверджувати, що затоплення кар'єру додатково різко збільшить навантаження на гідросферу території як вище місця свого розташування, так і далеко нижче по напрямку регіонального стоку і суттєво загострить екологічні проблеми, які існують в районі розташування гірничовидобувних і переробних об'єктів комплексу, що склався на базі покладів Калуш-Голинського родовища. Для запобігання проникнення розсолів у водоносні горизонти потрібно терміново виконати гідроізоляцію кар'єру. Необхідність проведення цих робіт викликана розвитком соляного карсту в прибортовій частині кар'єру і, відповідно, провалами денної поверхні. Подальший розвиток карстопровальних форм може привести до руйнування дачних ділянок і дачних будинків, розташованих між річкою і кар'єром. При розвитку карстових форм по всій площі або по "лінії", яка з'єднує р. Сівку і Домбровський кар'єр, води річки будуть спрямовані в кар'єр. Для затоплення кар'єру водами річки під час паводку достатньо двох діб [6]. Необхідно врахувати також, що при відновленні природного рівня вод у прилеглий до кар'єру території внаслідок його затоплення, розсоли, які на даний час утворюються на хвостосховищі № 1 та відвалах і до теперішнього часу стягувалися депресією кар'єру, будуть прямувати в напрямку підземного стоку водоносного горизонту,

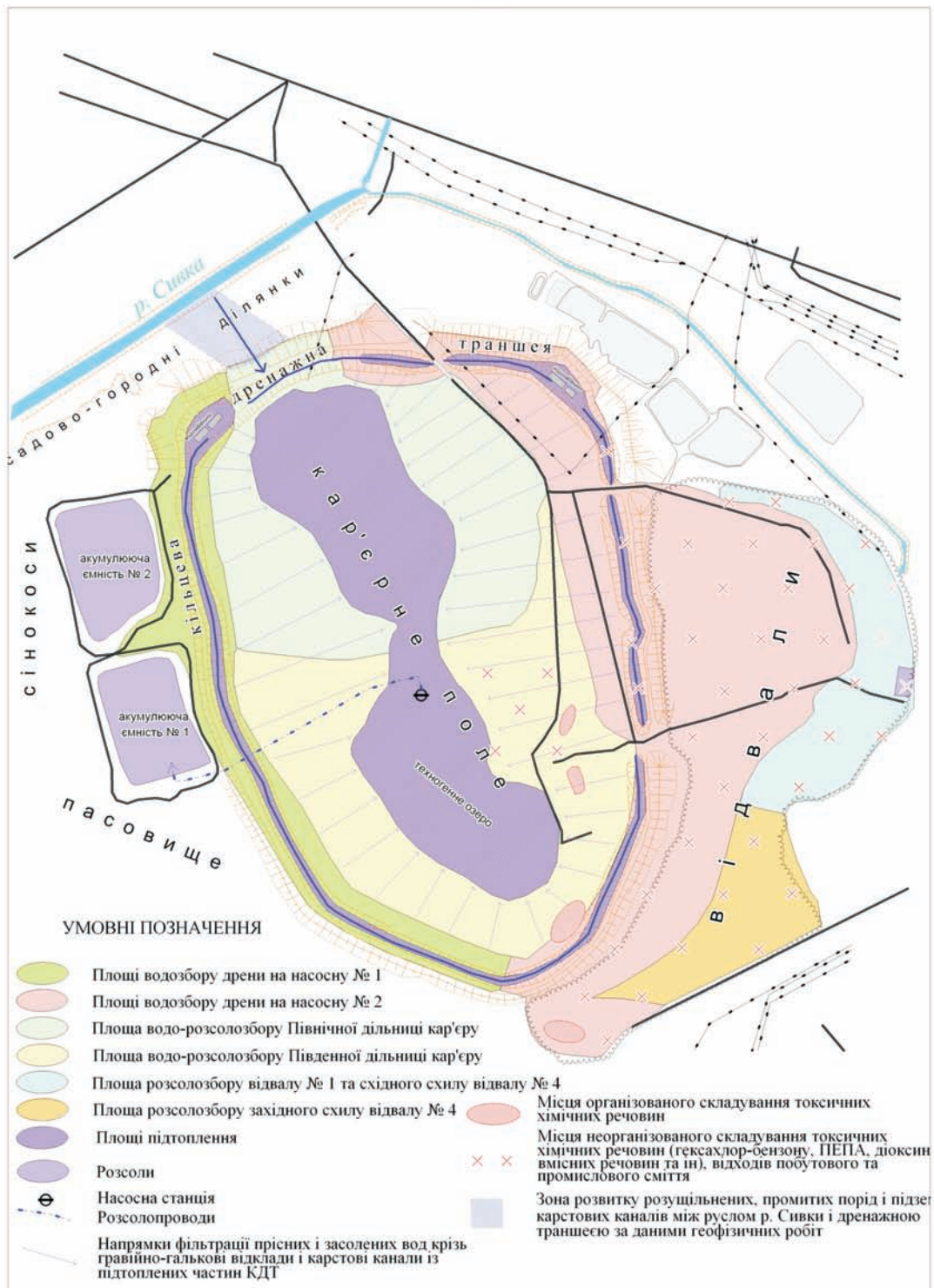


Рис. 3. План-схема Домбровського кар'єру станом на 05.08.2008 р.

заповнюючи западини в рельєфі товщі гравійно-галькових відкладів, а також розвантажуватись вздовж русел річок Сівки та Млинівки і в кінцевому підсумку потраплятимуть у Дністер.

Динаміка заповнення Домбровського кар'єру великими об'ємами атмосферних та ґрунтових вод, розчинення сольових порід і насичення, їх міграція в об'ємі, закономірності зміни типу мінералізації і температури розсолів за глибиною в природних умовах Прикарпаття представляють науковий і практичний інтерес (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка затоплення Домбровського кар'єру

Об'єкт	Абсолютна відмітка, м	Об'єм накопичених розсолів, тис.м ³	Примітка
Північна дільниця	+235,0	0	Станом на 01.08.04 р.
Південна дільниця	+253,2	5200,0	Станом на 01.08.04 р.
Північна дільниця	+241,97	283,9	Станом на 01.06.07 р.
Південна дільниця	+253,93	5607,0	Станом на 01.06.07 р.
Північна дільниця	+244,82	593,4	Станом на 01.01.08 р.
Південна дільниця	+253,91	5593,6	Станом на 01.01.08 р.
Північна дільниця	+248,27	1026,0	Станом на 01.06.08 р.
Південна дільниця	+255,07	6236,6	Станом на 01.06.08 р.
Північна дільниця	+249,07	1126,3	Станом на 01.07.08 р.
Південна дільниця	+255,0	6234,9	Станом на 01.07.08 р.
Рівні розчинів у кар'єрі з'єдналися	+255,0	7518,5	Станом на 05.08.08 р.
Кар'єр	+257,74	8691,0	Станом на 01.01.09 р.
Кар'єр	+263,6	11198,6	Станом на 28.12.09 р.

На даний час недостатня ефективна моніторингова сітка, яка давала б можливість об'єктивно контролювати гідродинамічний режим водоносного горизонту в межах території, а також зміни у гідрохімічному складі вод. Тому одночасно із проведенням гідрохімічних опробувань на існуючих свердловинах, природних джерелах, криницях та водотоках важливо здійснювати розширення мережі спостережних свердловин.

Під час активної експлуатації Домбровського кар'єру в 70–80 роках було цілком очевидно, що прийняте рішення про його відробку відкритим способом себе цілком виправдало. На даній дільниці нараховувалося усього 83 млн. тонн запасів руди. Об'єм видобування руди становив 1,25 млн. тонн у рік, хоча міг бути удвічі вищим. До кризового стану Домбровський кар'єр доведено з початку дев'яностих років, коли фактично перестали здійснювати будь-які заходи для недопущення затоплення атмосферними опадами. Організація ефективної системи збору і відведення вод із водоносного горизонту та атмосферного походження є головною умовою можливості експлуатації покладів солей відкритим способом. Ця система повинна підтримуватися в робочому стані та в міру розвитку видобувних робіт удосконалюватися. У дійсності вона повністю зруйнована. Через затоплення протягом тривалого часу кільцевої дренажної траншеї, яка знаходиться гіпсометрично вище рівня розкритих частин кар'єру, відбувається інтенсивне насичення масиву нерозкритої частини кар'єру водою. Відбувається рух води в напрямку розкритої частини кар'єру, при цьому інтенсивно карстується масив і солі переводяться в розчин. Можна передбачати, що незабаром розвиток карстових процесів ще більше активізується, а відтак проявляться інші негативні наслідки – зсуви, які охоплюють всю внутрішню частину кар'єру і деформують борти дрена.

Необхідно також враховувати, що на даний час кар'єр, будучи найбільшою депресією, збирає високомінералізовані розчини, що витікають із інших об'єктів (хвостосховища № 1, відвалів № 1 та № 4, акумулюючих ємностей). Після його затоплення і часткового відновлення режиму природного стоку ці мінералізовані розчини рухатимуться в напрямку місцевих природних дрен та регіонального

нахилу підосви водоносного горизонту, тобто в бік русла річки Лімниця, вздовж русла р. Сівки, та в напрямку міста Калуша.

У 2009 р. Науково-дослідний інститут гідрогеології, інженерної геології та екогеології під керівництвом професора Е.Д. Кузьменка виконав роботи та представив науковий звіт по темі 1/2009–К «Комплексна інтегрована інтерпретація геолого-геофізичних даних з метою виявлення розвитку карстових процесів в межах північного борту Домбровського кар'єру та простеження зон активної фільтрації р. Сівка в кар'єр у режимі моніторингу».

Висновки цього звіту наступні:

«...По зовнішньому борту дренажної траншеї в північно-західній частині Домбровського кар'єру почав утворюватись карст, що має тенденцію розвитку в сторону р. Сівки, тобто виникає можливість прориву вод р. Сівка в кар'єр...»

...Поскільки процес карстоутворення безперервний, а пласти солі розповсюджуються далі на північ, слід вважати, що карстопровальні явища будуть розвиватись далі на північ, пошкодять або знищать дачні ділянки, а згодом можуть досягти р. Сівки... Під час розмиву солей будуть просідати породи водоносного горизонту, суглинків, ґрунтово-рослинного шару. Тому існує загроза створення нового русла р. Сівки, яке з'єднає теперішнє русло з кар'єром...».

Геофізичні дослідження ЗУГРЕ (червень 2009 р.) показали, що карстові процеси розвинуті у межах ділянки досліджень від наявних воронок на північ на відстань до 120 м. При цьому карстом в основному уражена південно-західна, південна і південно-східна частини ділянки. У межах аномалій слід чекати подальших провалів. Південно-західна аномалія виявлена вперше. Південна аномалія узгоджується з аномалією, що виявлена в 2004 р. Ці аномалії примикають до провалів, тобто провали будуть мати розвиток на північ [6].

Тому з метою зменшення водопритоку у вироблені простори Домбровського кар'єру зі сторони річки Сівка й з галькового горизонту потрібно негайно здійснювати технічні заходи по укріпленню та гідроізоляції Північного борту кар'єру.

З огляду на те, що згаданим «Проектом консервації...» ці заходи не передбачені, необхідне проведення превентивних природоохоронних заходів з метою запобігання техногенно-екологічної катастрофи, а саме спорудження протифільтраційного підземного бар'єру на північній ділянці Домбровського кар'єру ДП «Калійний завод». Цей захід не дублює «Проект консервації...», розроблений ВАТ «Гірхімпром», а, навпаки, доповнює його. Без проведення такого заходу зупинити прогресуюче проникнення в кар'єр вод з гравійно-галькового водоносного горизонту та з р. Сівка неможливо.

Суттєвим недоліком «Проекту консервації Домбровського кар'єру з рекультивацією зовнішніх відвалів №1, №4 та хвостосховищ №1, №2 ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана» є відсутність заходів щодо екранування соляного масиву в кар'єрі водоопірними та водонепроникними матеріалами з метою недопущення його руйнування, забезпечення окремого збирання та виведення з кар'єру прісних та слабомінералізованих вод тощо.

Висновки. Приведений аналіз стану гірничопромислових геокомплексів Калуш-Голинського родовища калійних солей та екологічної ситуації в межах природно-господарських систем району дослідження дозволяє зробити наступні висновки:

1. Неповне виконання природоохоронних заходів у зоні діяльності ДП «Калійний завод», крім екологічних проблем, створює передумови до виникнення небезпеки для проживання населення. Це на сьогодні має стати основним фактором своєчасного виконання всього комплексу природоохоронних робіт, а також здійснення превентивних заходів із захисту житлового фонду та промислових споруд, розташованих з зоні техногенно-екологічного впливу підприємства.

2. Для стабілізації екологічної рівноваги, виходу ДП «Калійний завод» ВАТ «Оріана» з кризи, а також забезпечення відновлення виробництва калійних добрив пропонується:

2.1. З метою зменшення водопритоку у вироблені простори Домбровського кар'єру зі сторони річки Сівка і з галькового горизонту першочергово здійснити технічні заходи по укріпленню та гідроізоляції Північного борту кар'єру.

2.2. Терміново розробити і впровадити заходи для зменшення динаміки приросту кількості розсолів у Домбровському кар'єрі:

- відновити та вдосконалити мережу водовідведення з кар'єру, провести гідроізоляцію каналів та водозбірників;
- забезпечити окреме збирання в кар'єрі прісних та слабо мінералізованих вод від високо-мінералізованих;
- провести екранування соляного масиву в кар'єрі водоупірними та водонепроникними матеріалами з метою недопущення його руйнування;
- побудувати установку з переробки розсолів (чи їх випарювання), розглянути питання про залучення інвесторів для використання розсолів кар'єру в якості сировини для відновлюваного хімічного виробництва.

2.3. Провести гірничотехнічну рекультивацію солевідвалів №1 і №2, а також завершити рекультивацію хвостосховища №1.

2.4. Провести ліквідацію глибоких затоплених провальних воронок в м. Калуш;

2.5. Розробити технологію утилізації розсолів Домбровського кар'єру й хвостосховищ та відновити виробництво хімічної продукції, в т.ч. калійних добрив.

Для запобігання виникнення техногенно-екологічних ситуацій з катастрофічними наслідками над шахтними полями Калуш-Голинського калійного родовища необхідно удосконалити систему та провести комплексний екологічний моніторинг території в зоні впливу ДП “Калійний завод”, що дозволить:

- прогнозувати та простежувати динаміку просідання денної поверхні над шахтними полями відпрацьованих рудників і об'єктів, що знаходяться в зоні впливу гірничих виробок;
- простежувати ступені засолення підземних вод водоносного горизонту зони активного водообміну та визначати розповсюдження ареалу засолення;
- визначати ступені та оцінку активізації процесу карстоутворення над шахтними полями відпрацьованих рудників і дамб хвостосховищ з видачею конкретних заходів і рекомендацій по зменшенню негативних наслідків даного процесу прилеглим населеним пунктам і об'єктам народного господарства;
- створити комп'ютерний банк геологічних даних для прогнозу розвитку небезпечних техногенно-екологічних явищ.

Література

1. Бондаренко М.Д. Динаміка і прогноз стану геологічного середовища соляних і сірчаних родовищ Передкарпаття : автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.01 / М.Д. Бондаренко ; Львів, нац. ун-т ім. І.Франка. – Л., 2001. – 20 с.
2. Ведення постійно діючої моделі геологічного середовища над шахтним полем рудника „Ново-Голинь”. – Калуш : ДНДІГ, 2007. – 82 с.
3. Визначення можливості використання розсолів Домбровського кар'єру для прискорення ліквідації рудника „Ново-Голинь” (заключний звіт з рекомендаціями). – Калуш : ДНДІГ, 1998 – 21 с.
4. Временные указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок и по охране рудников от затопления в условиях Калуш-Гольинского месторождения калийных солей. – Л. : ВНИИГ, 1981. – 135 с.
5. Иванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій / Є. Иванов. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 332 с.
6. Иванов Є. Гоекадастрові дослідження гірничопромислових територій / Є. Иванов. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 369 с.
7. Комплекс геофізичних досліджень в межах відроблених шахтних полів рудника “Ново-Голинь” / Е.Д. Кузьменко, В.І. Шамотко // Звіт з науково-дослідної роботи. – Львів : Карпатське відділення Інституту геофізики НАНУ, 1996. – 148 с.
8. Комплексна інтегрована інтерпретація геолого-геофізичних даних з метою виявлення розвитку карстових процесів в межах північного борту Домбровського кар'єру та простеження зон активної фільтрації р. Сівка в кар'єру у режимі моніторингу : звіт по темі 1/2009-К. – м. Івано-Франківськ : Науково-дослідний інститут гідроекології, інженерної геології та екогеології, 2009. – 48 с.

9. Корегування рекомендацій по ліквідації рудника „Ново-Голинь” в частині заповнення всіх пустот ІV горизонту розсолами і гіпсо-муловою пульпою (заключний звіт з концерном „Хлорвініл”). - Калуш: ДНДІГ, 1993. – 40 с.

10. Манюк О.Р. Науково-практичні засади захисту докiлля від забруднення високомiнералiзованими розсолами (на прикладі Калуш-Голинського родовища калійних солей) : дис. канд. наук: 21.06.01 / О.Р. Манюк. – 2009. – 20 с.

11. Проведення моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей : звіт по г/д № 1(396н/08). Частина 1. – Калуш : Державне підприємство „НДІ галургії”, 2008, – 103 с.

12. Прогнозування деформацій земної поверхні над відпрацьованими шахтними полями рудника «Ново-Голинь» за результатами геофізичних досліджень 1995-2004 рр. : звіт ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2005. – 94 с.

13. Продовження моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей у 2009 році : звіт по г/д № 33/09. Частина 1. – Калуш : Державне підприємство „Науково-дослідний інститут галургії”, 2009. – 87 с.

14. Разработка методики геофизического доизучения рудников Пийло и «50-летия Октября» Калуш-Голинского месторождения с составлением карт элементов тектоники и прогноза возможного карстообразования, с выдачей рекомендаций по ведению подземных работ / А.В. Доливо-Добровольский, Е.И. Леонин, И.А. Окружнов // Информационные отчеты по этапам 1, 2, 3. – Ленинград: ВНИИГ, 1989. – 102 с.

15. Результати геофізичного моніторингу на рудних полях відпрацьованих рудників Калуш-Голинського родовища : звіт ПДП „Спецгеологорозвідка”. – Івано-Франківськ, 2008. – 69 с.

16. Семчук Я.М. Разработка рекомендаций по ликвидации рудника им. 50-летия Октября / Я.М. Семчук, Г.А. Горелова, С.С. Коринь [та ін.] // Отчет по теме “Разработка рекомендации по ликвидации рудника им. 50-летия Октября” / Калушский филиал ВНИИГ. – Калуш, 1988. – 73 с.

УДК 504.4(477.86)

Манюк О.Р., Манюк М.І.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИМИ РОЗСОЛАМИ КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ

Стаття присвячена вирішенню нагальної проблеми техногенної безпеки держави, яка визначається загрозою забруднення джерел питного водопостачання м.Калуш та Дністровських водозаборів внаслідок накопичення висококонцентрованих розсолів у Домбровському кар'єрі та шламосховищах.

Ключові слова: родовище калійних солей, високомінералізований розсіл, інжекційна свердловина, нагнітання, захоронення розсолу, пластові води, модель фільтрації.

Статья посвящена решению проблемы техногенной безопасности государства, которая определяется угрозой загрязнения источников питьевого водоснабжения г.Калуш и Днестровских водозаборов вследствие накопления высококонцентрированных рассолов в Домбровском карьере и шламоборниках.

Ключевые слова: месторождение калийных солей, высокоминерализованный рассол, инъекционная скважина, нагнетание, захоронение рассола, пластовые воды, модель фильтрации.

9. Корегування рекомендацій по ліквідації рудника „Ново-Голинь” в частині заповнення всіх пустот ІV горизонту розсолами і гіпсо-муловою пульпою (заключний звіт з концерном „Хлорвініл”). - Калуш: ДНДІГ, 1993. – 40 с.

10. Манюк О.Р. Науково-практичні засади захисту докiлля від забруднення високомінералізованими розсолами (на прикладі Калуш-Голинського родовища калійних солей) : дис. канд. наук: 21.06.01 / О.Р. Манюк. – 2009. – 20 с.

11. Проведення моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей : звіт по г/д № 1(396н/08). Частина 1. – Калуш : Державне підприємство „НДІ галургії”, 2008, – 103 с.

12. Прогнозування деформацій земної поверхні над відпрацьованими шахтними полями рудника «Ново-Голинь» за результатами геофізичних досліджень 1995-2004 рр. : звіт ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2005. – 94 с.

13. Продовження моніторингових спостережень над шахтними полями Калуш-Голинського родовища калійних солей у 2009 році : звіт по г/д № 33/09. Частина 1. – Калуш : Державне підприємство „Науково-дослідний інститут галургії”, 2009. – 87 с.

14. Разработка методики геофизического доизучения рудников Пийло и «50-летия Октября» Калуш-Голинского месторождения с составлением карт элементов тектоники и прогноза возможного карстообразования, с выдачей рекомендаций по ведению подземных работ / А.В. Доливо-Добровольский, Е.И. Леонин, И.А. Окружнов // Информационные отчеты по этапам 1, 2, 3. – Ленинград: ВНИИГ, 1989. – 102 с.

15. Результати геофізичного моніторингу на рудних полях відпрацьованих рудників Калуш-Голинського родовища : звіт ПДП „Спецгеологорозвідка”. – Івано-Франківськ, 2008. – 69 с.

16. Семчук Я.М. Разработка рекомендаций по ликвидации рудника им. 50-летия Октября / Я.М. Семчук, Г.А. Горелова, С.С. Коринь [та ін.] // Отчет по теме “Разработка рекомендации по ликвидации рудника им. 50-летия Октября” / Калушский филиал ВНИИГ. – Калуш, 1988. – 73 с.

УДК 504.4(477.86)

Манюк О.Р., Манюк М.І.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИМИ РОЗСОЛАМИ КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ

Стаття присвячена вирішенню нагальної проблеми техногенної безпеки держави, яка визначається загрозою забруднення джерел питного водопостачання м.Калуш та Дністровських водозаборів внаслідок накопичення висококонцентрованих розсолів у Домбровському кар'єрі та шламосховищах.

Ключові слова: родовище калійних солей, високомінералізований розсіл, інжекційна свердловина, нагнітання, захоронення розсолу, пластові води, модель фільтрації.

Статья посвящена решению проблемы техногенной безопасности государства, которая определяется угрозой загрязнения источников питьевого водоснабжения г.Калуш и Днестровских водозаборов вследствие накопления высококонцентрированных рассолов в Домбровском карьере и шламоборниках.

Ключевые слова: месторождение калийных солей, высокоминерализованный рассол, инъекционная скважина, нагнетание, захоронение рассола, пластовые воды, модель фильтрации.

Tekhnogennoy safety of the state, which is determined the threat of contamination of sources of drinkable water-supply Kalush and Dnestr vodozaborov because of accumulation of vysokokontsentrivannykh rassolov in Dombrovskom to the career and shlamoskhovishchakh.

Key words: deposit of potassium salts, a brine, injection mining hole, festering, burial places of brine, layer water, model of filtration, highly mineralized.

Актуальність теми. Проблема накопичення розсолів з мінералізацією 180–350 г/дм³ і більше у хвостосховищах та безпосередньо в Домбровському кар'єрі Калуш-Голинського родовища калійних солей неодноразово піднімалася протягом останнього десятиліття на регіональному і державному рівнях та зазначена як одна з найактуальніших у Національній доповіді України про стан навколишнього природного середовища України. Яскравим підтвердженням цього є засідання РНБО України щодо питання “Про пропозицію Ради національної безпеки і оборони України щодо оголошення міста Калуш та Калуського району Івано-Франківської області України зонами надзвичайної екологічної ситуації” та відповідний Указ Президента України № 145/2010 (від 12.02.2010 р.) „Про оголошення міста Калуша та сіл Кропивник та Сівка-Калуська зоною надзвичайної екологічної ситуації” та відповідний закон України 1885-VI [10].

Особливе занепокоєння викликає некероване наповнення Домбровського кар'єру внаслідок літньої повені 2008 р. – протягом 10 місяців водопритоки в кар'єр становили 2,26 млн.м³ – понад третину об'єму розсолів, накопичених протягом 40 років. Вміст солей при цьому перевищував ГДК в 4,1 раза, хлоридів – у 5,2 рази. У зв'язку з розвитком карстово-суфозійних процесів, збільшенням дренажного впливу прибортової частини кар'єру сучасний стан об'єкта можна охарактеризувати як критичний, що несе загрозу безпеці життєдіяльності населення регіону.

На жаль, методи, які традиційно використовувались під час знешкодження цих відходів, уже не можуть вважатися екологічно прийнятними, і на сьогодні вже не вирішують повністю питань утилізації високомінералізованих розсолів, що з часом може призвести до значної екологічної катастрофи.

На сьогодні, недостатньо висвітлено наукове обґрунтування і результати експериментального вивчення можливості утилізації високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття у виснажені розробкою поклади вуглеводнів. Низка питань, що мають проблемний характер, недостатньо вивчені як теоретично, так і експериментально, що визначає актуальність проведених нами досліджень.

Отже, **метою цієї роботи є** розробка теоретичних та методичних основ процесу захоронення високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття у виснажені розробкою поклади вуглеводнів.

Для досягнення вказаної мети в роботі проведено:

- систематизація і узагальнення накопиченого матеріалу щодо високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття та методів їх знешкодження;
- вивчення особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов досліджуваного району і виявлення сприятливого геологічного об'єкта захоронення високомінералізованого розсолу;
- з'ясування та оцінка сумісності високомінералізованого розсолу – породи-колектора та пластових вод поглинального горизонту;
- прогнозне моделювання фільтрації та міграції високомінералізованих розсолів у водоносному горизонті;
- розроблення комплексу заходів з охорони навколишнього середовища в ході процесу захоронення високомінералізованого розсолу у виснажені розробкою поклади вуглеводнів.

Аналіз попередніх досліджень. На основі аналізу численних літературних джерел розглянуто основні етапи розв'язання проблеми знешкодження шкідливих відходів у процесі розробки родовищ калійних солей.

У вирішенні проблеми зменшення техногенного впливу калійних родовищ на навколишнє середовище вагомий внесок зробили такі відомі вітчизняні та зарубіжні вчені, як О.М. Адаменко, Н.М. Джиноридзе, Е.Д. Кузьменко, С.С. Козлов, С.С. Корінь, В.А. Мироненко, Я.М. Семчук, І.І. Ризнич, С.М. Ротькін, Г.І. Рудько та ін [1, 2, 4, 8-10]. За результатами досліджень було закладено теоре-

тичні основи, а деякі з них впроваджені на практиці. З метою покращення екологічної ситуації безпосередньо на Калуш-Голинському родовищі калійних солей Я.М. Семчук [2] вперше запропонував та науково обґрунтував регульоване затоплення гірничих виробок шахти “Калуш” і облаштування в основі солевідвалів хвостосховищ протифільтраційних екранів з метою локалізації ареалів засолення підземних вод за допомогою баражних стінок, ін’єкційних і гідродинамічних завіс. І.І. Ризнич та С.М. Ротькін [8] запропонували захоронення розсолів у глибокі водоносні горизонти юрських та верхньокрейдових відкладів Калуш-Голинського родовища калійних солей, однак несумісність пластових розсолів і розсолу із хвостосховища унеможливили здійснення цього процесу. Відтак, подальші пошуки сприятливих об’єктів та дослідження в цьому напрямку були припинені.

Як показав результат проведених нами досліджень, сучасний рівень вивченості цієї проблеми ще недостатній. Незважаючи на значну кількість праць науковців, дисертацій та загальноючих монографій, які стосуються важливої проблеми знешкодження шкідливих відходів (високомінералізованих розсолів) калійної промисловості, можна стверджувати, що на сьогодні питання, які стосуються захоронення шкідливих відходів (високомінералізованих розсолів) у глибокі водоносні горизонти, мають здебільшого проблемний характер і є недостатньо обґрунтовані. Це обумовлює актуальність проведених досліджень, а відсутність досвіду з утилізації високомінералізованих розсолів у виснажені розробкою поклади вуглеводнів Передкарпаття є основною причиною постановки даної проблеми.

Захоронення промислових стічних вод у продуктивних горизонтах газових родовищ пов’язане з порушенням природного гідродинамічного режиму, тому для здійснення такого процесу необхідне чітке уявлення про геологічну будову і гідрогеологічні умови території та особливості геологічних процесів, які протікають в її межах.

Методика досліджень. Нами проведено вивчення літолого-стратиграфічної приуроченості та характеристики продуктивних пластів; вивчено гідрогеологічну характеристику об’єкта захоронення; проведено аналіз фізико-літологічної характеристики колекторів продуктивних пластів і покришок на підставі вивчення зразків керна; проведено аналіз розробки та сучасного стану гідродинаміки нижньобаденського горизонту Гринівського газового родовища [5, 6]. На основі проведених досліджень установлені відповідні вимоги:

- водоносний горизонт повинен знаходитись за межами тектонічної активності, бути приуроченим до зони застійного гідродинамічного режиму і бути непридатним для водозабезпечення населених пунктів;
- поглинальна здатність водоносного горизонту повинна забезпечувати можливість захоронення наміченого об’єму розсолів, а умови його залягання, дренажу та водообміну – надійність ізоляції останніх;
- статичний рівень пластових вод у контурі підземного резервуару повинен бути нижчим поверхні землі.

Результати досліджень. Нами встановлено [6], що найбільш придатним для захоронення розсолів є виснажений газовий поклад горизонту НД–8А Гринівського родовища, який належить до пористих, глинистих пісковиків, що залягають в інтервалі глибин 850-1000 м. Води хлоркальцієвого типу, висока їх мінералізація, низький вміст сульфатів та гідрокарбонатів, переважання кальцію над магнієм свідчать про те, що ці відклади знаходяться в гідродинамічній зоні квазізастійного режиму водообміну. У свою чергу пласти-колектори горизонту НД–8А характеризуються добрими фільтраційно-ємнісними властивостями. Пористість пісковиків становить 15%, проникність – $1,75 \text{ мкм}^2$. Внаслідок розробки родовища пластовий тиск у горизонті НД–8А знизився від 7,0 до 3,2 МПа. Глинисті відклади вищезалягаючих горизонтів стебницьких порід товщиною 850–935 м забезпечують надійну гідроізоляцію горизонту. Виявлено, що ємність горизонту, як полігону захоронення високомінералізованих розсолів, становить – $1,7 \times 10^9 \text{ м}^3$ при тому, що на сьогодні кількість надлишкових розсолів у кар’єрах Калуш-Голинського родовища калійних солей сягає $10 \times 10^6 \text{ м}^3$.

Однією з важливих проблем при захороненні високомінералізованих розсолів у поглинаючі водоносні горизонти виснажених покладів вуглеводнів є оцінка сумісності розсолів, які нагнітаються у пласт, і пластових вод поглинального горизонту, несумісність яких призводить до швидкого зростання тиску на гирлі свердловин внаслідок кольматації її привибійної зони нерозчинним осадом.

Проведене дослідження дало можливість одержати відповіді на практичні питання: наскільки сумісні дренажні розсоли з пластовими водами, і в яких пропорціях слід змішувати ці розчини в процесі підземного захоронення; чи можливе випадання твердого осаду у випадку взаємодії вод різної солоності і відповідного погіршення фільтраційних властивостей колектора та зменшенні ємності масиву.

За результатами досліджень [6] взаємодії дренажних розсолів з породою-колектором поглинального горизонту встановлено, що хімічної взаємодії між розсалом і породою практично не відбувається. Деяке зростання вмісту хлоридів, здебільшого, проходить за рахунок залишкових солей пластових вод, які знаходяться в керні, що дає підставу стверджувати про відсутність процесів хімічної кольматації.

Відповідно дослідження сумісності нагнітаемого розсолу та пластових вод горизонту захоронення встановлено, що дані компоненти не вступають в хімічну реакцію, і при збільшенні співвідношення розсолів та пластової води від 1:1 до 5:1 концентрація компонентів змінюється лінійно (рис.1), що виключає хімічні взаємодії елементів сумішей. Це пояснюється однотипністю йонно-сольового складу вод і абсолютною сумісністю розчинів.

Експериментально доведено [6], що запобігти випаданню солей типу мірабіліту можливо шляхом розбавлення розсолу річковою водою у співвідношенні 1:1–1:9. Встановлено, що із збільшенням розбавленості розсолу знижується насиченість його гіпсом і розчиненими солями (рис. 2). Це дає підстави говорити про те, що розчини розсолів будь-якої концентрації практично придатні для нагнітання у свердловину. Отже, в результаті проведених досліджень експериментально доведено абсолютну сумісність високомінералізованих розсолів та пластових вод об'єкту захоронення.

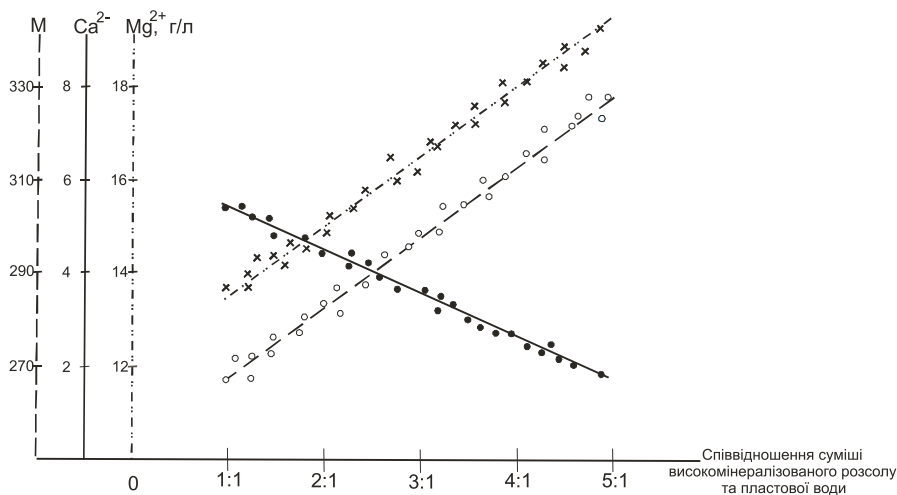


Рис. 1. Графік зміни вмісту Ca²⁺, Mg²⁺ та загальної мінералізації М від співвідношення в суміші високомінералізованого розсолу та пластової води

Проведено прогнозне моделювання фільтрації та міграції високомінералізованих розсолів у водоносних пластах. Відповідно, здійснено гідродинамічні розрахунки основних параметрів процесу захоронення розсолів: приймальної здатності поглинальних свердловин, радіусу розтікання розсолів та підвищення пластового тиску в горизонті НД–8А за один, п'ять, десять, двадцять, тридцять років. У ході проведення розрахунків застосовано методіку В.М. Гольдберга [3]. Розрахунок радіусу розтікання розсолу у водоносному горизонті та оцінка гідродинамічної активності закачуваних розсолів виконані на базі поглинальної свердловини, через яку здійснюватиметься нагнітання високомінералізованого розсолу. Проведено розрахунок швидкості просування розсолу пластом-колектором з віддаленням від стовбура поглинальної свердловини (таблиця 1).

Отримані дані свідчать, що швидкість просування розсолу поглинальним пластом з часом і віддаленням від вибою свердловини різко гальмуються, а радіус розтікання високомінералізованого розсолу по пласту залежать як від ємнісних властивостей пласта, так і від загального об'єму закачаних у свердловину розсолів. Для даної задачі розроблено комплексну програму, яка реалізована

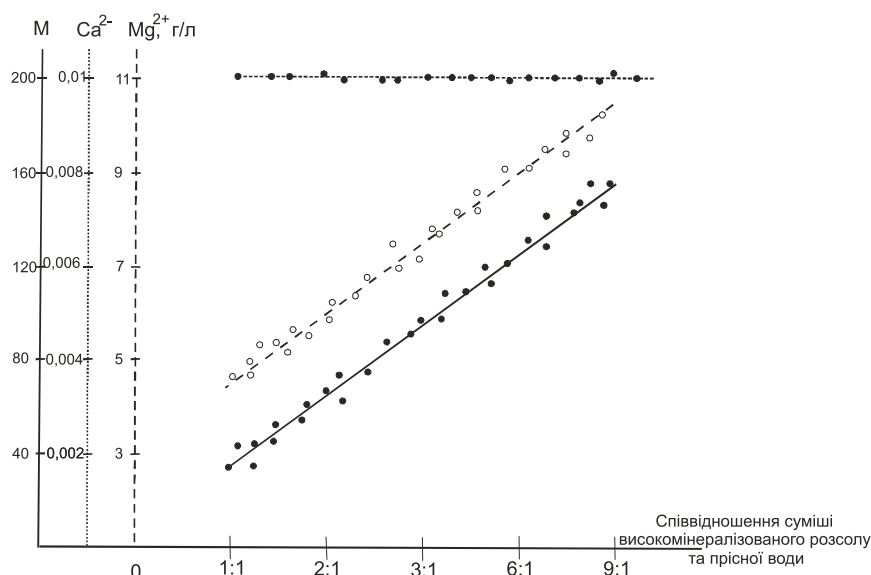


Рис. 2 Графік зміни загальної мінералізації M , вмісту Ca^{2+} , Mg^{2+} у відповідному співвідношенні суміші високомінералізованого розсолу та прісної води

Таблиця 1

Результати розрахунків радіуса розтікання високомінералізованого розсолу у проектному водоносному горизонті та швидкості його руху пластом

Період закачування, роки	Сумарна кількість захоронених розсолів, м ³	Радіус розтікання розсолу у водоносному горизонті, м	Швидкість руху розсолу пластом, м/добу
1	438000	129,49	0,317
5	2190000	289,56	0,262
10	4380000	409,50	0,142
20	8760000	519,12	0,092
30	13140000	709,27	0,086

в інтегрованому середовищі Delhi. У цій програмі передбачено візуалізацію динаміки поширення фронту забруднень, чисельні розрахунки та графічне представлення поля швидкості фільтрації та поля концентрації мігруючих речовин. Завдяки програмній реалізації задачі проведено значну кількість експериментів, що дало можливість зробити аналіз отриманих результатів для різних вхідних даних задачі та детально дослідити процес масопереносу розчинених у воді солей.

Розроблено основні заходи з охорони навколишнього середовища в процесі підземного захоронення високомінералізованих розсолів у виснажені розробкою газові поклади Гринівського родовища [7].

Безумовно контроль за просуванням розсолів у поглинальному горизонті та санітарним станом водоносних горизонтів є однією із надзвичайно важливих проблем, які виникають у процесі підземного захоронення промислових відходів. З метою охорони довкілля навколо запроєктованого полігону захоронення нами запропоновано, розраховано та обґрунтовано встановлення санітарно-захисних зон [7].

Окрім цього необхідно враховувати, що в процесі захоронення високомінералізованих розсолів у межах виділених та обґрунтованих поясів санітарно-захисної зони необхідно передбачення проведення гідрогеологічного, гідрохімічного та технічного контролю. Так, гідрогеологічний контроль необхідно проводити з метою реєстрації та регулювання кількості закачаних у пласт розсолів, визначення стану процесу закачування та своєчасного відключення поглинальної свердловини для проведення

профілактичного ремонту і відновлення її прийнятності. Він включає щоденний облік кількості закачаних розсолів, замірювання значень тисків на усті поглинальної свердловини і на насосах. Відповідно, гідрохімічний контроль здійснюватиметься за станом горизонтів прісних підземних вод, які використовуються для народногосподарських і питних потреб, у районі забудов для захоронення розсолів. Крім цього, контролюватиметься характер взаємодії розсолу з пластовим середовищем.

Також передбачається технічний контроль за станом споруд (насосами, трубопроводами тощо) з метою забезпечення і прийняття необхідних заходів із запобігання можливих витоків закачаних розсолів. Цей контроль повинен проводитися оператором систематично.

З метою забезпечення надійності контролю у процесі захоронення високомінералізованого розсолу в надрах Гринівського газового родовища передбачається буріння спостережних свердловин.

Поширення високомінералізованих розсолів у водоносному горизонті пропонується контролювати комплексом наступних методів: відбором глибинних проб води з наступним проведенням хімічних аналізів, спостереженням за зміною гідродинамічних умов поглинального і суміжних з ним водоносними горизонтами та геофізичними дослідженнями.

Висновки. На основі глибокого аналізу геологічної будови, власних експериментальних даних та літературних джерел доведено можливість вирішення проблеми поводження з висококонцентрованими розсолами на основі хлоридів натрію і калію шляхом захоронення їх у водонасичені пласти вичерпаних виробіток поблизу розташованих газових родовищ.

Отже, в роботі зроблено рішучий крок щодо вирішення однієї з нагальних проблем безпеки м. Калуша – забруднення навколишнього середовища регіону та Дністровського басейну унаслідок некерованого накопичення високомінералізованих розсолів у Домбровському кар'єрі та хвостосховищах.

Література

1. Адаменко О.М. Екологічна геологія : підруч. [для студ. вищ. навч. закл. екологічних, геологічних, географічних спеціальностей] / Олег Адаменко, Григорій Рудько. – К. : Манускрипт, 1997. – 348 с.
2. Гаркушин П.К. Технология закладочных работ на калийных рудниках Прикарпатья / П.К. Гаркушин., Я.М. Семчук // Подземное и шахтное строительство. – 1991. – №2. – С. 13-17.
3. Гольдберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения : монографія / В.М. Гольдберг, С.В. Газда – М. : Недра, 1984. – 283 с.
4. Коринь С.С. Минеральный состав и свойства соляных пород Предкарпатья – индикаторы тектонических деформаций / С.С. Коринь // Советская геология. – 1988. – №24. – С. 95-97.
5. Манюк О.Р. Захист від забруднення довкілля високомінералізованими розсолами шляхом їх підземного захоронення / О.Р. Манюк // Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці: матеріали наук.-техн. конф. з міжнар. участю “ІФНТУНГ-40” (м. Івано-Франківськ, 16–20 квітня 2007 р.) : тези доповідей. – Ів.-Франківськ, 2007. – С. 56.
6. Манюк О.Р. Підземне захоронення високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводнів як ефективний захід захисту довкілля / О.Р. Манюк, О.Д. Мельник, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – №1. – С. 49-57.
7. Манюк О.Р. Підземне захоронення високомінералізованих розсолів та основні заходи захисту від забруднень навколишнього середовища / О.Р. Манюк, Я.М. Семчук // Екологічна безпека. – 2008. – №1. – С. 37-42
8. Роткин С.М. О возможности подземного захоронения промстоков основных предприятий калийной промышленности // Использование и складирование отходов обогатительных фабрик. Подземное и шахтное строительство : статьи / С.М. Роткин, И.И. Ризнич. – Л., ВНИИГ, 1974. – С. 104 – 118.
9. Тарасов Б.Г. Комплексное освоение калийных месторождений Предкарпатья / Б.Г. Тарасов, П.К. Гаркушин, В.М. Глоба. – Львов : Высшая школа, 1987. – 128 с.
10. Указ президента України №145/2010 „Про оголошення міста Калуша та сіл Кропивник та Сівка-Калуська зоною надзвичайної екологічної ситуації” від 12.02.2010 року.

ЦИТОГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Визначені рівні токсико-мутагенної активності ґрунтів та атмосферного повітря за допомогою цитогенетичних методів біоіндикації. Проведена екологічна оцінка стану об'єктів навколишнього середовища на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області.

Ключові слова: токсико-мутагенна активність, цитогенетичні методи, біоіндикація.

Установлены уровни токсико-мутагенной активности почв и атмосферного воздуха с использованием цитогенетических методов. Выполнена экологическая оценка состояния объектов окружающей среды на территории горнопромышленных центров Днепропетровской области.

Ключевые слова: токсико-мутагенная активность, цитогенетические методы, биоиндикация.

The levels of toxico-mutagenic activity of soils and atmospheric air using cytogenetic methods have been established. Ecological assessment the environmental media of mining centres from Dnepropetrovsk region has been carried out.

Keywords: toxico-mutagenic activity, cytogenetic methods, bioindication.

Актуальність дослідження. Багаторічний розвиток потужного гірничопромислового комплексу України призвів до високого рівня техногенного навантаження та забруднення довкілля, формування значних обсягів відходів, активізації небезпечних геологічних процесів, деградації екосистем, а також підвищення рівня захворюваності населення.

Одним з головних завдань функціонування гірничодобувної промисловості України та основним напрямом її подальшого розвитку є додержання вимог щодо раціонального використання природних ресурсів, мінімізації негативного впливу на довкілля з урахуванням міжнародних природоохоронних зобов'язань, соціально-економічних пріоритетів та обмежень [9].

Стратегічними цілями використання мінеральної сировини є пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів та нормативів щодо охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів, а також зменшення і усунення небезпечних наслідків вже заподіяних еколого-небезпечних впливів на довкілля і населення, що мешкає на прилеглих до них територіях [10, 11].

Важливе значення для екологізації гірничодобувної промисловості, визначення пріоритетності та забезпечення контролю за ефективністю реалізації заходів зі зниження та усунення негативного впливу на довкілля має створення в складі державної системи моніторингу навколишнього природного середовища галузевої системи моніторингу екологічних наслідків шкідливого впливу на довкілля, інтегрованої у відповідні регіональні системи. Це дозволить отримувати в безперервному режимі достовірні дані про наслідки шкідливого впливу підприємств гірничої промисловості на довкілля та людину і здійснювати реальну оцінку ефективності природоохоронних заходів [1-3,6].

Розробка та впровадження засобів і систем моніторингу екологічних показників стану об'єктів довкілля з використанням високочутливих цитогенетичних методів біоіндикації дозволить отримати інформацію про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь їх небезпеки для біоти та людини [4, 7, 9].

Ці проблеми особливо актуальні для техногенно-навантажених регіонів України, в тому числі Дніпропетровської області, яка є однією з найбільших індустріально-розвинених, з високим рівнем урбанізації. На території області створена потужна енергетична база, яка стала основою розвитку гірничодобувного комплексу [5].

Тому намітилася потреба в оцінці екологічного стану довкілля не тільки традиційними фізико-хімічними методами, що встановлюють фактичні значення концентрацій різноманітних забруднювачів, але й шляхом використання цитогенетичних методів біоіндикації [7]. Останні, як відомо, дають відповіді на питання про загальну токсичність і мутагенність забруднених об'єктів довкілля та ступінь їх небезпеки для біоти та людини, тобто сприяють розв'язанню низки актуальних екологічних проблем у системі сталого розвитку гірничопромислового регіону і держави в цілому [4].

В Україні проведено ряд біоіндикаційних досліджень для визначення екологічного стану окремих об'єктів довкілля або окремих територій, натомість майже не проводилися дослідження комплексного впливу забруднювачів окремих гірничопромислових виробництв на стан компонентів довкілля.

Тому **метою роботи** є встановлення кількісних і якісних закономірностей впливу різних видів гірничої промисловості на стан довкілля і біоти з використанням цитогенетичних методів біоіндикації.

Результати досліджень. Для дослідження була вибрана територія Дніпропетровської області, на якій були виділені різні за видом гірничої промисловості міста: Вільногірськ (видобуток поліметалічних руд), Жовті Води (уранові руди), Павлоград (вугільна промисловість), Нікополь (гірничометалургійна промисловість). В якості контролю була використана територія курорту “Солоний Лиман” Новомосковського району Дніпропетровської області. На території кожного міста були вибрані від двох до чотирьох тест-полігонів, які охоплювали як промислові, так і селітебні зони. На кожному з них виділяли від 4 до 8 моніторингових точок, на яких проводився відбір зразків ґрунтів та рослин. Всього досліджено 52 моніторингові точки.

Комплексна біоіндикаційна оцінка впливу діяльності гірничої промисловості на стан об'єктів навколишнього середовища проведена за цитогенетичними тестами “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів”, “Частота аберантних хромосом”, “Мітотичний індекс” [8]. Біоіндикаційні показники було переведено в єдину безрозмірну систему умовних показників ушкоджуваності біосистем, які за допомогою уніфікованої шкали були використані для оцінки стану довкілля [8].

Результати оцінки токсичності атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області приведено в табл. 1.

Аналіз даних табл. 1 свідчить про те, що умовний показник ушкоджуваності біоіндикаторів на досліджуваній території гірничопромислових міст змінюється від 0.454 до 0.533 у.о., що вказує на “незадовільний” стан атмосферного повітря та “загрозливий” стан біоіндикаторів. Найбільша токсичність атмосферного повітря спостерігається у м. Жовті Води та Вільногірськ, УПУ дорівнює 0.533 і 0.509, відповідно. Що стосується території курорту “Солоний Лиман”, то екологічний стан атмосферного повітря характеризується як “еталонний” з “низьким” рівнем ушкодженості біоіндикаторів. Слід відмітити, що рівень ушкодженості біоіндикаторів, що характеризує токсичність атмосферного повітря, в 3–3.6 раз більше на території гірничопромислових міст Дніпропетровської області в порівнянні з контрольною територією.

Таблиця 1

Порівняльна оцінка токсичності атмосферного повітря на території гірничопромислових центрів Дніпропетровської області

Місто	УПУ±m	Екологічна ситуація
м. Нікополь	0.454±0.039	Незадовільна
м. Жовті Води	0.533±0.040	Незадовільна
м. Вільногірськ	0.509±0.068	Незадовільна
м. Павлоград	0.491±0.033	Незадовільна
курорт “Солоний Лиман”	0.145±0.031	Еталонна – Задовільна

Таким чином, на території досліджених гірничопромислових центрів Дніпропетровської області загальна токсичність атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” у 3.0–3.6 раз вища, ніж на контрольній території курорту “Солоний Лиман”. Найбільша токсичність атмосферного повітря спостерігається на територіях міст Жовті Води та Вільногірськ.

Результати оцінки токсико-мутагенної активності ґрунтів на території досліджуваних міст приведені в табл. 2. Аналіз даних свідчить про те, що умовний показник ушкодженості, який характеризує токсичність ґрунтів у гірничопромислових центрах, змінюється від 0.544 до 0.732 у.о. Це вказує на “катастрофічний” екологічний стан ґрунтів у м. Жовті Води та Вільногірськ і “незадовільний” у м. Нікополь і Павлоград. На території курорту “Солоний Лиман” стан ґрунтів за показником токсичності оцінений як “еталонний”. Токсичність ґрунтів на територіях гірничопромислових міст Дніпропетровської області в 8.2-11 раз більше ніж на території курорту “Солоний лиман”.

Що стосується мутагенності ґрунтів, то на території міст Жовті Води та Вільногірськ відмічається їх “катастрофічний” стан за цією ознакою. У містах Нікополь і Павлоград стан ґрунтів оцінений як “незадовільний”. Мутагенність ґрунтів у м. Жовті Води, Вільногірськ, Нікополь і Павлоград у 2.5–4 рази вище ніж на контрольній території. Слід відмітити, що оцінки стану ґрунтів за їх токсичністю та мутагенністю збігаються практично в усіх досліджуваних містах, виключенням є контрольна територія, де відмічене незначне збільшення мутагенності ґрунтів у порівнянні з токсичністю. Загальна токсико-мутагенна активність ґрунтів за інтегральним показником, змінюється від “еталонної” на території курорту “Солоний лиман” (УПУ=0.138 у.о.) до “катастрофічної” у м. Жовті Води (УПУ=0.716 у.о.).

Таблиця 2

Порівняльний аналіз токсико-мутагенної активності ґрунтів на досліджуваній території за результатами Allium-тесту

Досліджувана територія	Токсичність, ІУПУ \pm m	Мутагенність, ІУПУ \pm m	Токсико-мутагенна активність, ІУПУ \pm m	Екологічна ситуація
м. Нікополь	0.596 \pm 0.026	0.497 \pm 0.060	0.546 \pm 0.035	Незадовільна
м. Жовті Води	0.732 \pm 0.023	0.701 \pm 0.068	0.716 \pm 0.011	Катастрофічна
м. Вільногірськ	0.660 \pm 0.021	0.652 \pm 0.077	0.656 \pm 0.003	Катастрофічна
м. Павлоград	0.544 \pm 0.045	0.446 \pm 0.068	0.495 \pm 0.035	Незадовільна
курорт “Солоний Лиман”	0.066 \pm 0.054	0.174 \pm 0.029	0.138 \pm 0.040	Еталонна – задовільна

“Катастрофічний” стан ґрунтів, відмічений на території м. Вільногірськ, де біоіндикатори знаходяться в “критичному” стані. На територіях міст Нікополь і Павлоград стан ґрунтів за їх токсико-мутагенною активністю оцінений як “незадовільний” з “загрозливим” станом біосистем. Екологічний стан ґрунтів на контрольній території оцінений як “еталонний” і рівень ушкодженості біосистем менший в 3.5–5.2 раз у порівнянні з гірничопромисловими центрами Дніпропетровської області.

Токсичність ґрунтів на територіях міст Жовті Води, Вільногірськ, Нікополь і Павлоград у 8.2–11.0 раз, а мутагенність у 2.5–4.0 рази вище ніж на контрольній території курорту “Солоний Лиман”. Найбільша токсико-мутагенна активність ґрунтів спостерігається на території міст Жовті Води та Вільногірськ.

Результати комплексної оцінки токсико-мутагенної активності об’єктів довкілля на досліджуваній території приведені в табл. 3 і на рис. 1.

З даних табл. 3 видно, що на територіях міст Жовті Води та Вільногірськ за результатами трьох біотестів виявлена “катастрофічна” екологічна ситуація. На територіях міст Нікополь і Павлоград вона “незадовільна”. Токсико-мутагенна активність об’єктів навколишнього середовища на територіях гірничопромислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

Інтегральна екологічна оцінка території курорту “Солоний Лиман” за комплексом цитогенетичних біотестів підтвердила “еталонний” стан об’єктів навколишнього середовища з “низьким” рівнем ушкодженості біосистем, що вказує на можливість використання даної території в якості контролю в системі екологічного моніторингу Дніпропетровської області.

З рис. 1 видно, що на території всіх гірничопромислових міст Дніпропетровської області найгірша ситуація спостерігається за показником токсичність ґрунтів. Найкраща ситуація виявлена за показником токсичності атмосферного повітря.

Порівняльна оцінка токсико-мутагенної активності ґрунтів та атмосферного повітря на територіях гірничо-промислових центрів Дніпропетровської області за результатами біоіндикації

Показник стану довкілля		Місто				
		Нікополь	Жовті Води	Вільногірськ	Павлоград	Солоний лиман
Атмосфера	Токсичність	0.454± 0.039	0.533± 0.040	0.509± 0.068	0.491± 0.033	0.145± 0.031
	Мутагенність	0.596± 0.026	0.732± 0.023	0.660± 0.021	0.544± 0.045	0.066± 0.054
Ґрунти	Токсичність	0.497± 0.060	0.701± 0.068	0.652± 0.077	0.446± 0.068	0.174± 0.029
	Мутагенність	0.515± 0.034	0.655± 0.050	0.607± 0.040	0.493± 0.023	0.128± 0.026

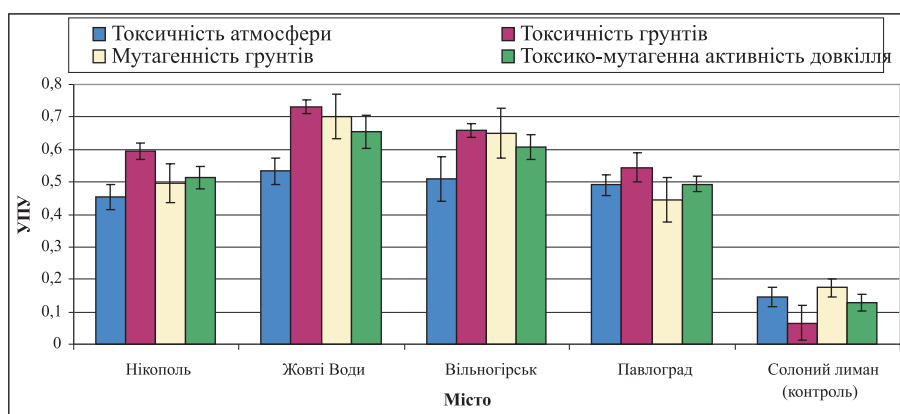


Рис. 1. Порівняльна характеристика токсико-мутагенної активності об'єктів довкілля на територіях гірничо-промислових центрів Дніпропетровської області

Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях гірничо-промислових міст у 3.8–5.0 раз вища ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного забруднення. Проводячи зіставлення результатів еколого-генетичної оцінки стану об'єктів довкілля за допомогою трьох біотестів, було встановлено, що найбільш чутливим з них є біотест “Мітотичний індекс” у корених меристемах *Allium cepa* L.

Аналіз результатів комплексних досліджень стану довкілля на територіях гірничо-промислових міст Дніпропетровської області за результатами біоіндикаційних досліджень (рис. 2), вказує на значне перевищення (у 2.5–11.0 разів) умовних показників ушкодженості біоіндикаторів у всіх досліджуваних містах в порівнянні з контролем. Виявлено, що більшість використаних біоіндикаційних показників мають високі рівні ушкодженості. Найбільш чутливим є показник, що характеризує токсичність ґрунтів (мітотичний індекс), за яким на територіях досліджуваних міст спостерігається найбільше перевищення аналогічних показників на контрольній території.

Найбільші рівні ушкодженості біоіндикаторів спостерігаються на територіях видобутку та збагачення уранових руд (м. Жовті Води), а також видобутку поліметалічних руд (м. Вільногірськ). Менші рівні ушкодженості біоіндикаторів спостерігаються на територіях розробки вугільного (м. Павлоград) та марганцевого (м. Нікополь) родовищ. Слід відмітити, що в м. Жовті Води спостерігається найгірша ситуація за всіма біоіндикаційними показниками. На території інших міст рівень ушкодженості біоіндикаторів менший, ніж у м. Жовті Води, але відмічено перевищення показників на контрольній території.

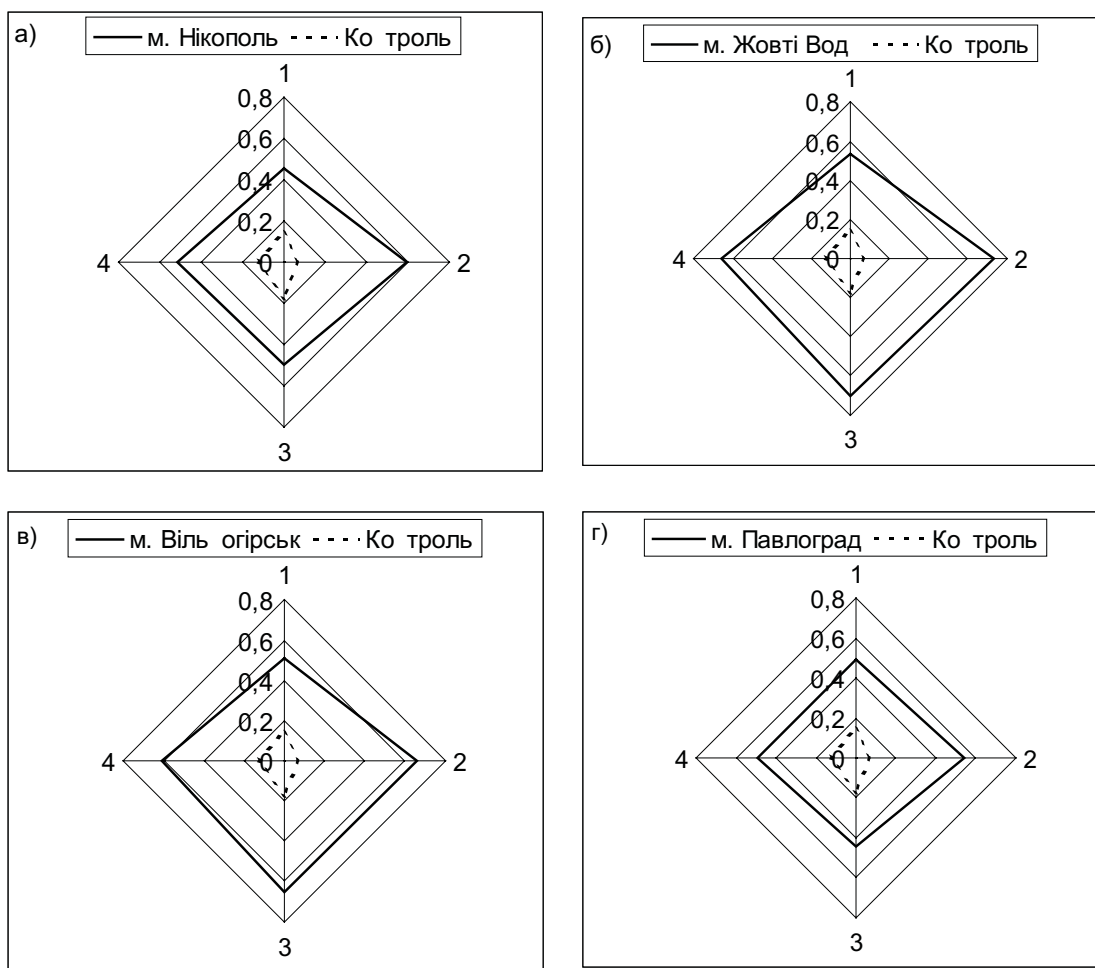


Рис. 2. Порівняльна характеристика екологічного стану досліджуваних міст Дніпропетровської області за результатами біоіндикаційних досліджень

1 – Токсичність атмосферного повітря за тестом “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів”, ІУПУ; 2 – Токсичність ґрунтів за тестом “Мітотичний індекс”, ІУПУ; 3 – Мутагенність ґрунтів за тестом “Частота аберантних хромосом”, ІУПУ; 4 – Загальний токсико-мутагенний фон довкілля.

Висновки. Таким чином, на досліджуваних територіях Дніпропетровської області було встановлено наступне:

1. На територіях досліджуваних міст за допомогою тесту “Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів” виявлено “незадовільний” стан атмосферного повітря та “загрозливий” стан біоіндикаторів. Екологічний стан атмосферного повітря на територіях мм. Жовті Води, Вільногірськ, Павлоград і Нікополь приблизно однаковий і оцінюється як “загрозливий”. На території курорту “Солоний лиман” спостерігається найнижча токсичність атмосферного повітря, у 3.0-3.6 раз менше, ніж на територіях досліджуваних міст Дніпропетровської області.

2. Загальна токсико-мутагенна активність досліджених ґрунтів, визначена з використанням Allium-тесту, змінюється від “еталонної” на території курорту “Солоний лиман” до “катастрофічної” у м. Жовті Води. Також “катастрофічний” стан ґрунтів відмічено на території м. Вільногірськ, у містах Нікополь і Павлоград стан ґрунтів за їх токсико-мутагенною активністю оцінено як “незадовільний” з “загрозливим” станом біосистем. Екологічний стан ґрунтів на контрольній території оцінено як “еталонний” і рівень ушкодженості біосистем менше в 3.5–5.2 раз у порівнянні з промисловими центрами Дніпропетровської області.

3. За загальною токсико-мутагенною активністю об'єктів навколишнього середовища, оціненою за комплексом біотестів, виявлено на територіях міст Жовті Води і Вільногірськ “катастрофічну” екологічну ситуацію, у містах Нікополь і Павлоград – “незадовільну”. Інтегральна цитогенетична оцінка території курорту “Солоний лиман” виявила “еталонний” стан об'єктів навколишнього середовища з “сприятливим” станом біосистем. Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях промислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

Література

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
2. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М. : Из-во Моск. ун-та, 1985. – 158 с.
3. Головін В. В. Методологія побудови системи комплексного моніторингу навколишнього природного середовища на техногенно-навантажених територіях : дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / В. В. Головін. – Х., 2005. – 182 с.
4. Гороя А.И. Методология эколого-социального мониторинга горнопромышленных регионов, как составляющая устойчивого развития Украины / А.И. Гороя, А.В. Павличенко // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – Київ, 2004. – Вип. 43. – С. 552–559.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. – Д., 2007. – 112 с.
6. Костишин С. С. Чотири важливі принципи ефективного біомоніторингу / С.С.Костишин, С.С.Руденко // Екологічний моніторинг. – 2008. – № 1 (49). – С. 5–7.
7. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Гороя, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – №6(30). – С.78–86.
8. МР 2.2.12–141–2007. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С. А. Риженко, А.І. Гороя, Т. В. Скворцова та ін.]. – К. : Головне базове видавництво МОЗ України ДП “Центр інформаційних технологій”, 2007. – 35 с.
9. Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України // Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.99 р. № 1606. – Київ, 1999. – 23 с.
10. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) : дис. ... доктора техн. наук : 21.06.01 / Г. І. Рудько. – К., 2005. – 466 с.
11. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004-2015 роки) Шляхом Європейської інтеграції / під ред. А. С. Гальчинського. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 416 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК536.2

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

ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКОЛЕТКИХ КОМПОНЕНТІВ ЗІ СТИЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВАКУУМ-ІМПУЛЬСНОЇ ДЕСОРБЦІЇ

Досліджувалися стічні води, підігріті до температури 75-90°C. Десорбція здійснювалася при кипінні води за рахунок застосування вакуум-імпульсних режимів.

Ключові слова: гідродинаміка газорідних систем, масообмін, вакуум-імпульсний режим, пульсація, аміак.

3. За загальною токсико-мутагенною активністю об'єктів навколишнього середовища, оціненою за комплексом біотестів, виявлено на територіях міст Жовті Води і Вільногірськ “катастрофічну” екологічну ситуацію, у містах Нікополь і Павлоград – “незадовільну”. Інтегральна цитогенетична оцінка території курорту “Солоний лиман” виявила “еталонний” стан об'єктів навколишнього середовища з “сприятливим” станом біосистем. Токсико-мутагенна активність об'єктів навколишнього середовища на територіях промислових міст у 3.8-5.0 раз більша ніж на контрольній території, яка має мінімальний рівень техногенного навантаження.

Література

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М. : Мир, 1988. – 350 с.
2. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М. : Из-во Моск. ун-та, 1985. – 158 с.
3. Головін В. В. Методологія побудови системи комплексного моніторингу навколишнього природного середовища на техногенно-навантажених територіях : дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / В. В. Головін. – Х., 2005. – 182 с.
4. Гороя А.И. Методология эколого-социального мониторинга горнопромышленных регионов, как составляющая устойчивого развития Украины / А.И. Гороя, А.В. Павличенко // Гігієна населених місць : зб. наук. праць. – Київ, 2004. – Вип. 43. – С. 552–559.
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. – Д., 2007. – 112 с.
6. Костишин С. С. Чотири важливі принципи ефективного біомоніторингу / С.С.Костишин, С.С.Руденко // Екологічний моніторинг. – 2008. – № 1 (49). – С. 5–7.
7. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А.И. Гороя, Л.Ф. Бобырь, Т.В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – №6(30). – С.78–86.
8. МР 2.2.12–141–2007. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів / [С. А. Риженко, А.І. Гороя, Т. В. Скворцова та ін.]. – К. : Головне базове видавництво МОЗ України ДП “Центр інформаційних технологій”, 2007. – 35 с.
9. Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України // Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.99 р. № 1606. – Київ, 1999. – 23 с.
10. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) : дис. ... доктора техн. наук : 21.06.01 / Г. І. Рудько. – К., 2005. – 466 с.
11. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004-2015 роки) Шляхом Європейської інтеграції / під ред. А. С. Гальчинського. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 416 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК536.2

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

ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКОЛЕТКИХ КОМПОНЕНТІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВАКУУМ-ІМПУЛЬСНОЇ ДЕСОРБЦІЇ

Досліджувалися стічні води, підігріті до температури 75-90°C. Десорбція здійснювалася при кипінні води за рахунок застосування вакуум-імпульсних режимів.

Ключові слова: гідродинаміка газорідних систем, масообмін, вакуум-імпульсний режим, пульсація, аміак.

Исследовались сточные воды, подогретые до температуры 75-90°C. Десорбция осуществлялась при кипении воды за счет применения вакуум-импульсных режимов.

Ключевые слова: гидродинамика газожидкостных систем, массообмен, вакуум-импульсный режим, пульсация, аммиак.

Sewage heated up to temperature 75-90°C was investigated. Desorption was carried out through application of vacuum-pulse modes.

Key words: Hydrodynamics of gas-liquid systems, mass transfer, a vacuum-pulse mode, pulsation, ammonia.

Актуальність роботи. За умов нехтування вимог екологічної безпеки хімічні речовини можуть негативно впливати на стан довкілля. Особливу небезпеку при цьому складають відходи содового виробництва [3,4]. При виробництві соди в стічні води попадає значна частина аміаку, що може токсично впливати на довкілля. Аміак (NH_3) – безбарвний газ із різким запахом. При охолодженні до $-33,4$ °C аміак під звичайним тиском перетворюється в прозору речовину. Гранично допустима концентрація в повітрі – $0,02$ мг/л. Дія аміаку на людей при високих концентраціях викликає судоми. Смерть настає через декілька годин або діб після отруєння від набряку легенів і гортані.

Окрім того втрати аміаку є економічно не вигідними для виробництва.

Саме тому пошук шляхів вилучення легколетких компонентів, включаючи аміак, є актуальним та необхідним.

Мета наших досліджень – вивчення швидкості процесу десорбції аміаку зі стічних вод содового виробництва в залежності від зміни показників тиску та температури.

Методи досліджень. Дослідження проводили на дослідній установці, технологічна схема якої представлена на рис.1. Установка включала апарат миттєвого закипання (АМВ) (поз. 1), холодильник (поз. 2.), бак-мірник для флегми (поз. 4), заводський трубопровід скидання забрудненої стічної води (поз.5), заводський трубопровід свіжої технічної води (поз. 6). Функціонування установки здійснювалось наступним чином. З трубопроводу (5) забруднена стічна вода з температурою ($95-98$ °C) подавалась в кубову частину АМВ, де за рахунок розрідження, що створювалось, відбувалось миттєве закипання води.

Водяні пари та аміак спрямовуються в холодильник (2), де має місце конденсація компонентів. В якості хладагенту використовується свіжа технічна вода, забір якої здійснюється з трубопроводу (6). З холодильника технічна вода направляется до трубопроводу (6) [5, 6].

Флегма, що утворюється в холодильнику, направляется в бак-мірник, частково очищений конденсат – в ресивер. З останнього бака-мірника рідинні потоки повертаються в цикл основного виробництва. Неконденсована пароаміачна суміш і повітря відкачується вакуум-насосом. Дослідження на експериментальному обладнанні проводились в два етапи. На першому етапі досліджувався процес десорбції аміаку зі стічних вод при постійному розрідженні в стаціонарному режимі. На другому етапі реалізовувався імпульсно-вакуумний режим. Реалізація цього режиму забезпечувалась клапаном типу “ввімкнено-вимкнено”, встановленим на трубопроводі відводу пароаміачної суміші з АМВ в холодильник.

При відкритому клапані пароаміачна суміш поступала в холодильник, конденсувалась, за рахунок чого створювалось розрідження, рідка фаза в АМВ закипала. У положенні “вимкнено” клапан закривався, продовжувалось кипіння та, відповідно, виділення водяних парів та аміаку, в результаті тиск над дзеркалом випаровування зростає. Пароаміачна суміш, яка поступала в холодильник при відкритому клапані, конденсувалась, тиск в зоні конденсації парів знижувався.

При наступному відкритті клапана відбувався інтенсивний відбір пароаміачної суміші з парового простору АМВ в зоні конденсації холодильнику за рахунок перепаду тиску, що утворився. При проведенні досліджень, рівень “забрудненої” води в кубовій частині АМВ підтримувався постійним ($\sim 1,5$ м), витрата “забрудненої” води змінювалась в інтервалі від 2 до $4,5$ м³/год, витрата охолодженої води від 2 до 10 м³/год [5, 6].

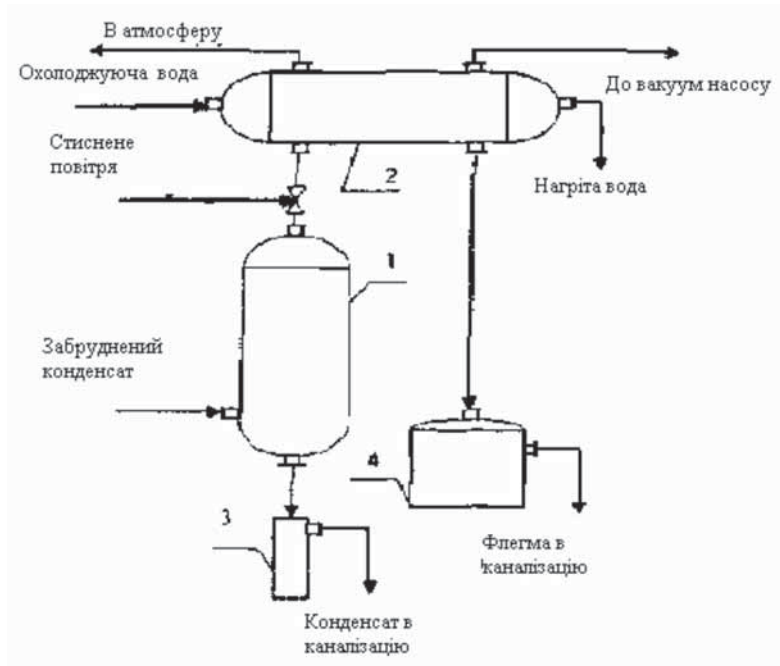


Рис. 1. Принципова технологічна схема дослідної установки

Відбір проб здійснювався в умовах, коли витрати стічної води, води, що охолоджує, їх температура, тиск та температура пароаміачної суміші не змінювались. При цьому, коли реалізовувався стаціонарний режим, відбір проб проводився через кожну годину після початку досліду. В умовах імпульсно-вакуумного режиму перша проба відбиралась після початку досліду через проміжок часу, який дорівнював періоду, під час якого здійснювалось три цикли. Друга та кожна парна проби відбирались через проміжок часу, який дорівнював трьом циклам і часу, коли клапан закритий. Третя та кожна не парна проба – через проміжок часу, який дорівнював сумі трьох циклів і часу, на протязі якого клапан відкритий. На кожному режимі проводилось 85 дослідів. Обробка експериментальних даних проводилась з метою визначення параметрів, що характеризували процес десорбції аміаку.

Результати досліджень та їх обговорення.

В таблиці 1 наведені основні результати дослідження процесу на експериментальній установці.

Результати досліджень опрацьовано статистично. У кожному рядку наведені середньоарифметичні значення (85 дослідів).

Як і слід було очікувати, при проведенні процесу десорбції NH_3 зі стічних вод в стаціонарному режимі, ступінь очищення стічних вод від аміаку залежить від величини розрідження в АМВ. Так, при витраті стічних вод $4 \text{ м}^3/\text{год}$ і розрідженні $4 \cdot 10^4 \text{ Па}$ (300 мм рт. ст.) ступінь відгонки складає 20% , а при розрідженні $6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ (450 мм рт. ст.) – біля 60% , тобто практично досягає граничного значення для стаціонарних умов. Відповідно величині розрідження в АМВ змінюється і коефіцієнт масовіддачі, який при зростанні розрідження на $10\text{--}15 \%$ збільшується в $1,6\text{--}1,8$ рази, відповідно збільшується і коефіцієнт дифузії на $6\text{--}8\%$. Зменшення витрати стічних вод до $2 \text{ м}^3/\text{год}$ практично не чинить впливу на вищезазначені показники. Суттєвий вплив справляє масова концентрація аміаку в стічній воді, яка надходить на процес десорбції [2, 7].

Аналіз експериментальних даних показав, що при зниженні масової концентрації аміаку у вихідному розчині (при інших рівних умовах) швидкість процесу десорбції зменшується, про що свідчить значення коефіцієнту масовіддачі (K_L), який із зменшенням концентрації NH_3 в два рази зменшується в $2,5\text{--}3$ рази. Однак ступінь десорбції NH_3 практично не залежить від вихідної масової концентрації NH_3 . Так, при інших рівних умовах, при вихідній концентрації аміаку в стічних водах ($90\text{--}125 \text{ мг/дм}^3$) гранична ступінь відгонки складає 60% , а при збільшенні вихідної концентрації в 3 рази ($260\text{--}375 \text{ мг/дм}^3$) гранична ступінь відгонки не перевищує $62\text{--}65 \%$. Це, очевидно, пов'язано з особливостями процесу кипіння недогрітої рідини при впливі вакууму і, відповідно, структурою

Результати експериментальних досліджень відгонки NH_3 на експериментальному обладнанні

Тиск в АМВ, мм рт. ст. /Мпа	Температура Θ , $^{\circ}\text{C}$	Витрата G_{NH_3} , кг/год	Коефіцієнт масовіддачі K_L , м/год	Коефіцієнт дифузії D , $\text{м}^2 / \text{год}$
	$x_1 \cdot 10^1$	$x_2 \cdot 10^1$	$x_3 \cdot 10^3$	$x_4 \cdot 10^3$
* 570/0,076	950	0600	0670	150
**570/0,076	950	0600	0900	170
*499/0,0653	880	0585	0572	148
**490/0,0653	870	0600	0732	160
*468/0,0624	865	0528	0684	157
**440/0,0586	855	0477	0836	165
*440/0,0586	850	0832	1534	162
*420/0,056	843	0740	1934	174
*360/0,048	805	0840	1420	188
**360/0,048	805	0800	2540	200
*220/0,0293	730	1375	4628	280
**220/0,0293	700	1986	8165	350

*- режим стаціонарний; **- режим імпульсно-вакуумний

газорідного шару. Певно, при досягненні ступеня відгонки 60-65%, розмір парових бульбашок не досягає своїх критичних значень і вони не спливають до поверхні шару рідини. Масообмін, хоча і проходить в момент зародження газових бульбашок, однак вони не досягнувши критичного розміру конденсуються. Підвищення температури на 7–10 градусів, навіть при більш меншому розрідженні (тиск в АМВ $1,6 \cdot 10^4$ Па) призводить до підвищення значення K_L в 1,17 рази і ступеню відгонки в 1,3 рази (до 39%) в порівнянні з даними при температурі 88 $^{\circ}\text{C}$ і тиску в АМВ – $6,53 \cdot 10^4$ Па [1, 2, 8].

Висновки. Таким чином показано, що запропонований підхід до інтенсифікації масообмінних процесів має перевагу відносно тих, що застосовуються в практиці виробництва. Доведено, що інтенсивність процесу десорбції, при застосуванні вакуум-імпульсних режимів, в 1,5-2 рази вищий в порівнянні зі стаціонарними вакуумними режимами.

Література

1. Данквертс П. В. Газо-жидкостные реакции / П. В. Данквертс. – М. : Химия, 1973. – 296 с.
2. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1971. – 376 с.
3. Масикевич А.Ю. О формировании барботажного слоя при кипении недогретой жидкости и динамика паровых пузырей / А.Ю. Масикевич, В.Ф. Райко, В.П. Шапоров, О. А. Лопухина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №1. – С. 107 – 110.
4. Масикевич А.Ю. Исследование процесса десорбции аммиака из сточных вод в аппарате с вакуум-импульсным режимом / А.Ю. Масикевич, В.П. Шапоров, О.А. Лопухина // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2005. – №1. – С. 53-61.
5. Ткач Г.А. Моделирование десорбционных процессов содового производства / Г.А.Ткач, В.Д. Смоляк. – Л. : Химия, 1973. – 208 с.
6. Ткач Г.А. Производство соды по малоотходной технологии / Г.А. Ткач, В.П. Шапоров, В.М. Титов. – Харьков : ХГПУ, 1998. – 430 с.
7. Товажнянский Л. Л. Процессы и аппараты химической технологии / Л. Л. Товажнянский, А. П. Готлинская, В. А. Лещенко [и др.] – Харьков : НТУ “ХПИ”, 2005. – Ч. 1. – 532 с.
8. Хамам И. Б. О константах, определяющих состоящие аммиака в водном растворе / И. Б. Хамам // Журн. общей химии. – 1970. – Т. 17. – № 7. – С. 1215-1221.

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 504:63

*Клименко М.О.,
Національний університет водного
господарства та природокористування, м. Рівне
Лико Д.В., Лико С.М.
Рівненський державний
гуманітарний університет*

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНИСТИХ ФОСФОРИТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Наукова стаття присвячена вивченню можливостей використання зернистих фосфоритів як джерел елементів живлення, вапнякових матеріалів та меліорантів на забруднених ґрунтах. Дослідження включали варіанти внесення різних норм зернистих фосфоритів та суперфосфату, з метою виявлення альтернативи дорогим фосфорним добривам. Проведена екологічна оцінка зернистих фосфоритів за хімічними, екологічними, технологічними та економічними показниками показали доцільність їхнього використання у сільському господарстві. Встановлено, що за вмістом радіоактивних елементів руда належить до I класу (сировина придатна без обмежень), а за вмістом токсичних елементів до IV класу (не становить екологічної небезпеки при переробці).

Ключові слова: забруднення ґрунтів, агроєкосистема, зерністі фосфорити, суперфосфат, радіактивні елементи.

Научная статья посвящена изучению возможностей использования зернистых фосфоритов как источников элементов питания, известняковых материалов и мелиорантов на загрязненных почвах. Исследования включали варианты внесения различных норм зернистых фосфоритов и суперфосфата, с целью выявления альтернативы дорогостоящим фосфорным удобрениям. Проведена экологическая оценка зернистых фосфоритов по химическим, экологическим, технологическим и экономическим параметрам показали целесообразность их использования в сельском хозяйстве. Установлено, что за содержанием радиоактивных элементов руда относится к I классу (сырье пригодно без ограничений), а по содержанию токсичных элементов к IV классу (не представляет экологической опасности при переработке).

Ключевые слова: загрязнение почвы, агроэкосистема, зернистые фосфориты, суперфосфаты, радиоактивные элементы.

Memoir is devoted to exploring the possibilities of granular phosphate sources as batteries, lime and meliorant in contaminated soils. Study options include introducing different rules granular phosphates and superphosphate to identify alternatives to expensive phosphate fertilizers. An environmental assessment of granular phosphate chemical, environmental, technological and economic indicators have shown the feasibility of their use in agriculture. Found that the contents of radioactive elements and minerals belong to the class (material suitable without restrictions), and the contents of toxic elements in class IV (not of the environmental dangers of processing).

Keywords: the soils pollution, agroecosystem, the granular phosphate, superphosphate, radioactive elements.

Актуальність теми. Для сталого функціонування агроєкосистеми, отримання програмованого врожаю сільськогосподарських культур та якісної продукції необхідно оптимальне забезпечення ґрунту і рослин елементами мінерального живлення. На жаль, за останні два десятиліття в зоні Полісся України проявилася тенденція до зменшення використання органічних, мінеральних добрив та вапнякових матеріалів, що спричинило порушення екологічної рівноваги між основними елементами

живлення рослин, зміни балансу органічної речовини ґрунту, збільшення площ кислих ґрунтів та забруднення продукції радіонуклідами. Якщо проблему органіки можна частково вирішити шляхом сидеральної культури та заорюванням рослинних решток, то проблему мінерального живлення – виключно шляхом використання мінеральних добрив, з яких в нашій країні виробляється достатньо лише азотних добрив. Тому актуальним є вивчення особливостей використання фосфоритів як джерела елементів живлення, вапнякових матеріалів та меліорантів на забруднених територіях.

Із історії досліджень. На Рівненщині є розвідані поклади фосфоритонесних руд, які залягають на глибині від 10 до 20 м, іноді й ближче до поверхні, вони характеризуються такими хімічними та мінералогічними показниками: вміст P_2O_5 – 3,28-7,98 %; K_2O – 0,8-1,76; CaO – 21,5-48,8; Fe_2O_3 – 1,38-3,12; кварцу – 22,9-46,5; фосфориту – 15,3-32,1; глауконіту – 6,3-24,2; карбонатів – 50,9–62,1; польових шпатів та акцесорних мінералів – до 5 %. За вмістом радіоактивних елементів фосфоритонесна руда належить до I класу – сировина придатна для використання без обмежень, за вмістом токсичних елементів – до IV класу, тобто не становить екологічної небезпеки при переробці, придатна для складування та використання [9].

Перспективними фосфоритонесними районами в Україні є Волино-Подільський і Донецький. Здолбунівське родовище фосфоритів відноситься до Волино-Подільського району [1] і має загальні запаси фосфоритної руди – 78,5 млн. т (P_2O_5 – 1,9 млн. т), при середньому вмісті P_2O_5 6,25 % (0,36-8,53%); потужність рудного пласта – 1,5 м (0-3,2 м), глибина залягання 8–10 м (табл. 1).

Прогнозні ресурси фосфоритів України складають 122,7 млн. т або 7,1 млн. т P_2O_5 . У межах Здолбунівської групи на Копитківському та Милятинському родовищах, які розташовані у заплаві р.Устя, що належить до басейну р.Горинь, проведено дослідне видобування зернистих фосфоритів. Значні запаси зернистих фосфоритів у Рівненській області обумовлюють необхідність проведення наукових досліджень з вивчення технології їх видобування, переробки, збагачення та використання у сільському господарстві як природного ресурсу.

Таблиця 1

Прогнозні ресурси Здолбунівської групи родовищ зернистих фосфоритів Рівненщини

Фосфоритні поклади	Площа, км ²	Середня потужність покладу, м	Об'єм руди, млн. м ³	Запаси руди, млн. м ³	Вміст P_2O_5 в руді, %	Запаси P_2O_5 в руді, млн. т
Новомильськ	2,0	1,2	2,4	3,6	5,0	0,2
Копитків	3,0	1,3	6,0	8,9	5,5	0,5
Івачків	3,5	1,5	5,3	7,8	5,6	0,4
Миротин	3,9	1,7	6,6	9,8	5,6	0,6
Грем'яче	4,7	1,2	5,7	8,4	4,5	0,4
Посягва	4,7	2,3	10,8	15,9	5,7	0,9
Башино	3,1	1,9	5,9	8,7	6,2	0,5
Тесів	3,0	1,2	3,6	5,3	7,3	0,4
Милятин	5,7	1,2	6,8	10,1	7,3	0,7
Разом	33,6		53,1	78,5		4,6

Методика досліджень. Наші дослідження включали варіанти внесення різних норм зернистих фосфоритів та суперфосфату з метою виявлення альтернативи дорогим фосфорним добривам та встановлення їхньої дії на зміну кислотності ґрунту і зменшення коефіцієнту надходження радіонуклідів до рослин.

Вивченню агрономічної цінності та ефективності фосфоритів присвячені роботи зарубіжних і вітчизняних вчених [4-6, 8, 10, 11]. Ними встановлено позитивний вплив фосфоритів на врожайність сільськогосподарських культур і підвищення рівня родючості ґрунтів. Поряд із цим було доведено, що сировина місцевих родовищ має значну кількість супутніх речовин, у тому числі й важких металів. Дж.Мартведта встановив, що фосфоритні руди, які широко використовуються у виробництві добрив,

містять значну кількість важких металів, а саме: As, Cr, Pb, Hg, Ni, V. За даними інших вчених, з однієї тони фосфоритної сировини до навколишнього середовища надходить до 100 кг фтору, 40 кг стронцію, 25 кг оксидів урану, торію та інших елементів [2, 9]. Проблема забруднення ґрунтів важкими металами проявилася поряд з такими деградаційними процесами як дегуміфікація, ерозія, засолення та ін. Важкі метали мають здатність до акумуляції в ґрунті та сільськогосподарській продукції, можуть накопичуватися в ланцюгах живлення і негативно впливати на людину.

Дані досліджень доводять, що фосфорити країн світу різняться за вмістом важких металів. Так, вміст ртуті у фосфоритах США складає 10 – 100 мг/кг, жовнові та черепашкові фосфорити Прибалтики містять цинку 3-150 мг/кг руди, а фосфорити Індії – до 190 мг/кг. Вони, також, містять кадмій, який виявляє кумулятивні властивості і є легкодоступним для рослин. Його кларковий вміст складає 0,5, а фоновий до 0,13 мг/кг, у фосфоритах США та Сирії – 8, Марокко – 22, Ізраїлю – 23, Тунісу – 30, Сенегалу – 75 мг/кг [9]. Фосфорні добрива регламентуються в основному за вмістом кадмію. Концентрація цього елемента в добриві не повинна перевищувати 8 мг/кг.

При застосуванні Здолбунівських фосфоритів, як показали дослідження В.М. Кавецького, Г.О. Буожис, при внесенні даного фосфориту в кількості 1,5 т/га (180 мг/кг P_2O_5), приріст кількості урану і торію може сягати 0,03 мг/кг. Ці показники значно менші за фоновий вміст у ґрунті згаданих радіоактивних елементів (уран – 1, торій – 5 мг/кг), і відповідно, вони в таких кількостях не створюватимуть загрози для навколишнього середовища. Дослідження з визначення вмісту рухомих форм фтору у фосфоритах України показують, що в концентратах із вмістом P_2O_5 19–28 % кількість водорозчинного, лимонорозчинного й загального фтору була в 5–10 разів більша, ніж у сирих.

Аналіз результатів досліджень. Для використання зернистих фосфоритів ми враховували таку особливість як комплексна екологічна оцінка, яка включає агрегований показник хімічного, екологічного, технологічного та економічного стану. За еталон екологічної оцінки зернистих

Таблиця 2

Агрегований показник хімічного складу зернистих фосфоритів

Назва родовищ	Валовий вміст, %								Агрегований показник
	P_2O_5		CaO		K_2O		MgO		
	N_i	X_i	N_i	X_i	N_i	X_i	N_i	X_i	
Осиківські зернисті фосфорити	9,27	0,46	28,6	0,89	2,62	0,86	0,88	0,87	0,74
Південно-Осиківські зернисті фосфорити	5,98	0,28	25,7	0,79	1,98	0,64	1,0	1,0	0,61
Ново-Амвросіївські зернисті фосфорити	6,0	0,28	25,0	0,77	1,2	0,36	0,5	0,44	0,43
Здолбунівський фосфорит	6,25	0,29	23,0	0,70	2,7	0,89	1,23	1,0	0,65
Маневицько-Клеванська агроруда	5,31	0,24	25,0	0,77	1,4	0,43	0,8	0,77	0,50
Ратнівські жовнові фосфорити	7,65	0,40	11,9	0,33	0,36	0,06	0,18	0,19	0,20
Копитківські зернисті фосфорити	7,55	0,40	28,3	0,88	1,75	0,55	0,51	0,46	0,55
Милятинські зернисті фосфорити	7,60	0,37	25,0	0,77	1,5	0,46	0,8	0,77	0,56
Милятинський фосфоритний концентрат	23,6	1,0	43,4	1,0	0,55	0,12	0,3	0,22	0,40
Ратнівський фосфоритний концентрат	24,8	1,0	39,8	1,0	0,51	0,11	0,18	0,19	0,38
Фосфоритне борошно 3-го гатунку	19,0	1,0	32,0	1,0	0,5	0,11	0,5	0,46	0,47
max, %	19,0		32,0		3,0		1,0		
min, %	1,0		2,0		0,2		0,1		

фосфоритів доцільно взяти фосфоритне борошно, яке рекомендується для використання на кислих ґрунтах. Результати оцінювання хімічного складу зернистих фосфоритів за агрегованим показником представлені в таблиці 2.

З даних табл. 2 видно, що найбільший вміст фосфору мають Осиківські зернисті фосфорити – 9,27%, тоді як Здолбунівські – 6,25%, Ратнівські жовнові – 7,65 %. Фосфорити названих родовищ за вмістом фосфору поступаються фосфоритному борошну; за вмістом кальцію – Осиківські, Копитківські й Милятинські зернисті фосфорити майже наближаються до вмісту кальцію у фосфоритному борошні, тоді як у Ратнівських зернистих фосфоритах він складає 11,9 %. За вмістом калію кращі показники мають Осиківські – 2,62 % та Здолбунівські зернисті фосфорити – 2,7 %, а за вмістом магнею – Осиківські – 0,88 %, Здолбунівські – 1,23 %, Маневицько-Клеванські – 0,8 %, Милятинські – 0,8 %.

Проте фосфоритне борошно поступається зернистим фосфоритам за вмістом K_2O і MgO . Агрегований показник хімічного складу зернистих фосфоритів та фосфоритного борошна свідчить, що його екологічна оцінка становить 0,47 і відповідає задовільному стану, показники Здолбунівських зернистих фосфоритів при значенні 0,65, Осиківських – 0,74 відповідають доброму стану. Агрегований показник Ратнівських жовнових фосфоритів за хімічним показником становить лише 0,2, їхня інтегральна оцінка незадовільна, що є причиною низького вмісту в них калію й магнею. При цьому слід зазначити, що фосфоритні концентрати за агрегованими показниками не перевищують екологічний стан звичайних зернистих фосфоритів, тоді як за вмістом P_2O_5 і CaO їхні нормовані показники відповідають еталонному стану.

Таким чином, оцінка хімічного стану звичайних і збагачених фосфоритів свідчить про їхню придатність до застосування у сільському господарстві як фосфорних добрив на рівні фосфорного борошна 3-го гатунку.

Поряд з цим, нами здійснена оцінка екологічного стану фосфоритів за вмістом важких металів (табл. 3).

З даних табл. 3 бачимо, що валовий вміст важких металів у фосфоритах України, в порівнянні із закордонними, відносно невисокий, а саме: вміст кадмію коливається в межах 0,3–0,88 мг/кг, урану – 9,9–66,8, торію – 3,5–10,5, цинку 10–14, свинцю – 4–12, нікелю – 4–18, кобальту – 8–18, міді – 6–14. У фосфоритах Росії, Алжиру, Тунісу, Марокко та Сирії валовий вміст важких металів значно вищий. Так, за даними досліджень В.М.Кавецького, Н.А.Макаренка, Г.О.Буожис [5], для зарубіжних фосфоритів валовий вміст важких металів знаходиться в межах: кадмію – 1,5–30, урану – 45–130, свинцю – 8,2–62, торію – 4,0–13, цинку – 32–252, нікелю – 11–81, міді – 23–37 мг/кг, тобто, їхній вміст у 1,5 – 20 разів вищий, аніж для фосфоритів України. Враховуючи, що фосфорні добрива регламентуються в основному за вмістом кадмію з ГДК цього елемента у фосфорній сировині на рівні 8 мг/кг, слід відмітити перевищення цього важкого металу у сировині з Алжиру, Тунісу, Марокко та Сирії. Таке перевищення кадмію в руді, безумовно, буде погіршувати якість добрив, виготовлених із цієї сировини. Вміст урану у фосфоритах Марокко, Тунісу, Росії сягає значень 75–130 мг/кг, у той час як у Здолбунівських – 66,0 мг/кг.

Виходячи з наявності важких металів у фосфоритах України та інших країн світу, пропонується здійснити їхню екологічну оцінку. В основу цієї оцінки взято наступні показники: перевищення у фосфоритах вмісту важких металів (кадмію > 31 мг/кг), вмісту урану (>130 мг/кг), вмісту свинцю (>62 мг/кг) та вмісту торію (>13 мг/кг). Припускається, що перевищення вмісту названих елементів вище вказаних рівнів буде супроводжуватися погіршенням екологічного стану ґрунтів та негативно впливати на ґрунтову біоту і якість рослинної продукції. Згідно з даними табл. 3, переважна більшість зернистих і жовнових фосфоритів України характеризуються низьким вмістом кадмію, що відповідає еталонному стану – 1,0.

За агрегованим показником екологічний стан українських зернистих фосфоритів може бути оцінений як еталонний, з коливанням агрегованих показників від 0,81 до 0,94. Дещо гірший екологічний стан, через підвищений вміст торію, має Ново-Амвросіївський фосфоритний концентрат (0,67), що відповідає доброму стану. Найнижчі агреговані показники екологічного стану мають фосфорити Росії (0,08) та Тунісу (0,1), що відповідає критичному стану за рахунок підвищеного та високого їхнього вмісту в сировині.

Агрегований показник екологічного стану зернистих фосфоритів

Назва родовищ	Вміст, мг/кг								Агрегований показник
	Cd*		U*		Pb*		Th*		
	N _i	X _i	N _i	X _i	N _i	X _i	N _i	X _i	
Осиківські зернисті фосфорити	0,26	1,0	30,0	0,83	10,0	0,9	3,5	0,95	0,92
Південно-Осиківські зернисті фосфорити	0,41	1,0	32,4	0,81	8,0	0,93	7,2	0,58	0,81
Здолбунівський фосфорит	0,88	1,0	66,8	0,93	12,0	0,86	3,7	0,93	0,81
Маневицько-Клеванська агроруда	0,30	1,0	41,3	0,74	4,0	1,0	7,2	0,58	0,81
Рагнівські жовнові фосфорити	0,1	1,0	9,9	1,0	8,0	0,93	4,6	0,84	0,94
Копитківські зернисті фосфорити	0,85	1,0	65,4	0,54	11,4	0,87	3,6	0,95	0,82
Милятинські зернисті фосфорити	0,87	1,0	66,0	0,53	11,8	0,87	3,5	0,95	0,82
Милятинський фосфоритний концентрат	0,87	1,0	68,0	0,52	12,1	0,86	3,5	0,95	0,81
Рагнівський фосфоритний концентрат	0,81	1,0	14,1	0,97	8,4	0,92	3,5	0,95	0,96
Верхнекамське	5,0	0,87	130,0	0,01	62,0	0,01	8,0	0,50	0,08
Гафса, Туніс	30,0	0,03	82,0	0,40	11,4	0,87	13,0	0,01	0,1
Хурібха, Марокко	9,7	0,71	75,0	0,46	12,0	0,86	8,0	0,50	0,61
max, %	31,0		130,0		62,0		13,0		
min, %	0,1		9,9		4,0		3,5		

*Примітка. Фосфорні добрива регламентуються за вмістом кадмію, урану, свинцю та торію.

Надзвичайно важливим для оцінки фосфоритів є технологічний показник, що характеризує їхню здатність до розмолу та глибину залягання. Ці особливості відображають затрати на видобування фосфоритів та підготовку їх до використання як добрив (табл. 4).

За практикою видобування, експлуатації фосфоритні родовища поділяють на: багаті руди, де вміст P₂O₅ складає понад 28%; середньосортні – P₂O₅ 20-28%; низькосортні руди або фосфоритовмісні породи, в яких вміст P₂O₅ не перевищує 20%. Фосфоритові руди з низьким вмістом P₂O₅ потребують збагачення. Технологічні схеми, що використовуються у світовій практиці, досить енергозатратні.

Для збагачення фосфоритів Алжиру використовують технологію, яка передбачає подрібнення руди, розсів, первинну промивку для вилучення глини і поліморфних карбонатів, кальцинуюче обпалення, повторну промивку для вилучення вапна. З руди, яка містить 24,5% P₂O₅, отримують концентрат із вмістом фосфору 34,6%, при вилученні близько 60%. На даний час, як свідчать літературні джерела [7], у світовій практиці використовують три способи збагачення фосфоритів: суха або мокра класифікація; флотація; обпалювання.

Технологічний агрегований показник, розрахований за формулою середнього арифметичного, оцінюється в 3 бали (табл. 4). Ново-Амвросіївські фосфорити мають технологічну перевагу над іншими, оскільки можуть добуватися без розкривання порід і придатні до підготовки їх використання методом вибіркового подрібнення. Південно-Осиківські, Здолбунівські, Копитківські та Милятинські зернисті фосфорити поступаються Донецьким фосфоритам, у зв'язку із заляганням на глибині до 15 м, агрегований технологічний показник становить 2,5. За затратами приготування до внесення: розмелювання, термічна обробка, флотація – 1 бал; магнітно-електрична сепарація – 2 бали; вибіркоче подрібнення – 3 бали.

Агрегований показник технологічного стану зернистих фосфоритів

Назва родовищ	Глибина залягання		Збагачення, підготовка до внесення		Агрегований показник
	м*	бали	спосіб	бали	
Осиківські зернисті фосфорити	29,3	1	вибіркове подрібнення	3	2,0
Південно-Осиківські зернисті фосфорити	15,0	2	вибіркове подрібнення	3	2,5
Ново-Амвросіївські зернисті фосфорити	0,0	3	вибіркове подрібнення	3	3,0
Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат	0,0	3	вибіркове подрібнення	3	3,0
Котовський глауконітовий продукт	170,0	1	вибіркове подрібнення	3	2,0
Здолбунівський фосфорит	10,2	2	вибіркове подрібнення	3	2,5
Маневицько-Клеванська агроруда	77,0	1	розмелювання	2	1,5
Ратнівські жовнові фосфорити	15,0	2	розмелювання	2	2,0
Копитківські зернисті фосфорити	10,0	2	вибіркове подрібнення	3	2,5
Милятинські зернисті фосфорити	8,5	2	вибіркове подрібнення	3	2,5
Копитківський фосфоритний концентрат	10,0	2	електро-магнітна сепарація	2	2,0
Милятинський фосфоритний концентрат	8,5	2	електро-магнітна сепарація	2	2,0
Ратнівський фосфоритний концентрат	15,0	2	збагачення флотацією, термічна обробка	1	1,5

*Примітка. Глибина залягання встановлена за [3, 8].

Найгірші агреговані технологічні показники мають фосфорити Одеської (Котовське родовище) та Волинської (Маневицько-Клеванські, Ратнівські жовнові фосфорити) областей – 2-1,5 бали, що пов'язано з глибоким заляганням (77-170 м) та складними затратними способами підготовки їх до внесення.

Не менш важливим, у порівнянні з іншими, є показник економічної оцінки зернистих фосфоритів України. Враховуючи обмежену базу даних щодо ефективності українських фосфоритів, пропонується їх економічну оцінку здійснювати за окупністю сільськогосподарських культур на 1 ц д.р. внесених добрив (табл. 5).

Згідно з даними табл. 5, внесення у дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти зернистих фосфоритів Милятинського та Копитківського родовищ забезпечує отримання приросту врожаю ячменю на 1 ц д.р. внесених фосфоритів на рівні 5,6–6,2 ц та 51–56 ц зеленої маси кукурудзи і 56-57 ц цукрових буряків, що відповідає за агрегованим показником еталонному стану (0,91-0,96).

За ефективністю дії Здолбунівським зернистим фосфоритам (0,87) поступаються Ратнівські жовнові фосфорити (0,74) та фосфоритний концентрат, що виготовлений з цих добрив (0,71), проте їх стан відповідає доброму.

Слід зазначити, що зернисті фосфорити України за показником економічної оцінки не поступаються фосфоритному борошну, відповідний агрегований показник якого складає 0,85, що відповідає еталонному стану.

Висновки. Таким чином, проведення екологічної оцінки зернистих фосфоритів за хімічними, екологічними, технологічними та економічними показниками показало доцільність їхнього використання у сільському господарстві як альтернативного джерела фосфору, кальцію і мікроелементів для рослин та меліоранта на кислих і забруднених радіонуклідами ґрунтах.

Агрегований показник економічної оцінки зернистих фосфоритів

Назви родовищ	Дерново-підзолисті ґрунти		Сірі лісові ґрунти						Агрегований показник
	1*		1*		2*		3*		
	N_i	X_i	N_i	X_i	N_i	X_i	N_i	X_i	
Здолбунівський фосфорит	4,5	0,75	5,1	0,85	58	0,97	56	0,93	0,87
Маневицько-Клеванська агроруда	5,3	0,88	4,6	0,77	-	-	-	-	0,82
Ратнівські жовнові фосфорити	5,2	0,87	3,8	0,63	-	-	-	-	0,74
Копитківські зернисті фосфорити	5,6	0,93	5,4	0,90	51	0,85	57	0,95	0,91
Милятинські зернисті фосфорити	5,8	0,97	6,2	1,0	56	0,93	56	0,93	0,96
Копитківський фосфоритний концентрат	5,6	0,93	5,8	0,97	54	0,90	46	0,77	0,89
Милятинський фосфоритний концентрат	5,8	0,97	5,6	0,93	58	0,97	47	0,78	0,91
Ратнівський фосфоритний концентрат	5,2	0,87	3,7	0,62	42	0,70	41	0,68	0,71
Фосфоритне борошно	5,0	0,83	5,2	0,87	-	-	-	-	0,85
max, ц	6,0		6,0		60		60		
min, ц	0		0		0		0		

*Примітка. Окупність в центнерах: 1 – ячмінь; 2 – кукурудза; 3 – цукровий буряк.

Література

1. Брагін Ю.М. Зернисті фосфорити України / Ю.М. Брагін. – Сімферополь : ВПП “Таврія”, 2000. – 73 с.
2. Гильпман А.И. Изучение вещественного состава и условий формирования сеноманских образований Волыни с целью оценки их перспектив переработки на зернистые фосфориты / А.И. Гильпман, В.В. Слипченко. – Днепропетровск : ДО УкрГИМР, 1993. – 54 с.
3. Душечкин А.И. Использование местных фосфоритов для удобрения с.-х. культур / А.И. Душечкин, А.В. Лазурский. – К. : Изд. АН УССР, 1955. – 8 с.
4. Енгельгардт А.Н. Избранные сочинения / А.Н. Енгельгардт. – М. : Сельхозиздат, 1959. – 342 с.
5. Кавецкий В.М. Екологічна оцінка українських фосфоритів по вмісту важких металів / В.М. Кавецкий, М.А. Макаренко, Г.О. Буожис // *Натураліс*. – 1998. – № 3-4. – С. 5-7.
6. Лапа М.А. Агрохімічна та агроекологічна оцінка використання фосфоритів і розробка шляхів підвищення їх ефективності: науковий звіт / М.А. Лапа. – К., 1997. – 48 с.
7. Литвак Ш.И. Фосфор на службе урожая / Ш.И. Литвак. – М. : Просвещение, 1979. – 134 с.
8. Носко Б.С. Фосфорити як джерело фосфорного живлення рослин / Б.С. Носко, А.О. Христенко, В.І. Бабулін // *Зб. наук. статей і доповідей*. – Луцьк : Надтир'я, 1997. – С. 102-109.
9. Фосфорити Волині / [В.А. Бардась, А.В. Бардась, І.М. Іванів, С.К. Мосійчук та ін.]. – Рівне, 2002. – 132 с.
10. Шевчук М.Й. Ефективність використання місцевих фосфоритів на основних типах ґрунтів Західного регіону України / М.Й. Шевчук, В.А. Гаврилюк // *Зб. наук. статей і доповідей*. – Луцьк : Надтир'я, 1997. – С. 19-26.
11. Lhotsky J. Method of using clayey sorbents improve the sandy soil / J. Lhotsky // *Sei agr. Bohemoslov.* – 1984, 16. – №4. – P. 231 – 244.

МОНІТОРИНГ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК: 551.131

Шелудченко Б.А., Васик Л.С.
*Подільський державний
аграрно-технічний університет*

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ЛІСОЗАХИСНИХ СМУГ АВТОШЛЯХОВОЇ МЕРЕЖІ

Запропоновано використання принципів фрактально-інваріантного моделювання на стадії проектування лісозахисних смуг автотранспортної мережі.

Ключові слова: автотранспортна мережа, лісозахисна смуга, модель, фрактал.

Предложено использование принципов фрактально-инвариантного моделирования на стадии проектирования лесозащитных полос автотранспортной сети.

Ключевые слова: автотранспортная сеть, лесозащитная полоса, модель, фрактал.

The use of principals of fractal and invariant modeling has been proposed by designing forest shelter belts of motor transport network.

Keywords: motor transport network, forest shelter belts, model, fractal.

Постановка проблеми та її актуальність. Автошляхова мережа, як комплекс інженерних споруд, є об'єктом природно-техногенної конструкції певної екогеосистеми і призводить до порушення природного ландшафту, змінює режим стоку поверхневих і ґрунтових вод, що підсилює ерозійні процеси та деградацію ґрунтового покриву тощо [1,4,6]. Зміна природних ландшафтів внаслідок автошляхового будівництва призводить до порушення усереднених швидкостей вітру та зміни їх напрямків, що зумовлює зміни мікроклімату, а отже і структури прилеглих до автомобільного шляху елементів екосистеми. Дорога порушує традиційні сезонні шляхи міграції комах та окремих видів тварин. Використання при будівництві автомобільних доріг місцевих будівельних матеріалів, відходів промисловості, а в процесі експлуатації дороги – різних матеріалів антиожеледевого призначення, призводять до забруднення пришляхових територій та прилеглих водойм токсичними речовинами. Інженерні споруди автошляхової мережі (мостові переходи, труби, шляхові розв'язки, тунелі різної закладки і призначення, підпорні стінки, захисні споруди тощо) мають свою специфіку впливів на навколишнє середовище. Так, при будівництві мостових переходів відбувається переформування контуру берегової лінії водойм та зміна перерізів водотоків, порушується гідрологічний режим, з'являються розмиви. Можуть бути знищені нерестилища риб, зимувальні ями, тощо.

Отже, основною причиною ландшафтних порушень територій, прилеглих до автошляхів та пришляхових інженерних споруд, є розсічення природного середовища автошляховою трасою та автошляховою мережею загалом, що зумовлює штучну фрагментацію природно-техногенної конструкції ландшафту. На пришляхових резервно-технологічних смугах, смугах спеціального відведення або, де вони відсутні, на територіях, суміжних з полотном автошляху, виникають "крайові зони" ландшафтів з трансформованими або повністю деградованими екосистемами [2,3,7].

Аналіз сучасного стану проблеми. Державні будівельні норми України ДБН.А.2.2-1-2003 визначають будівництво та експлуатацію автотранспортних мереж як об'єктів, які становлять підвищену екологічну небезпеку (пп. 16, 22 Додатку Е ДБН.А.2.2-1-2003). Таким чином, розглядаючи особливості динаміки техногенного рельєфотворення в зоні впливу автошляхової мережі, необхідно вирішувати проблему його керованого контролю, особливо в межах геодинамічно активних територій. Найдієвішим методом захисту пришляхових територій є створення лісозахисних смуг, які мають бути спро-

ектовані з максимально можливою ефективністю їх використання як штучних геохімічних бар'єрів. Разом із цим слід зазначити, що практична реалізація проекту лісозахисної смуги (досягнення проектних параметрів) з огляду на біологічні особливості використовуваних деревних та чагарникових порід вимагає досить тривалого часу (до 15...20 років). Саме ця особливість зумовлює необхідність розробки, як відповідної моделі структури та складу лісозахисної смуги, так і модельного алгоритму виведення її на рівень проєктованих параметрів відповідно до визначеної категорії автодороги за показником інтенсивності руху [2, 3].

Методологічні основи обґрунтування параметрів лісозахисних смуг автотранспортної мережі. Якщо розглянути дві геометрично інваріантні (фрактальна інваріантність) [5] системи (наприклад, два відкоси з однаковим закладенням, але різних за висотою) і припустити, що шляхом уявної рівномірної деформації однієї з цих систем можна досягти їх суміщення при накладенні одна на одну, то всі точки систем 1 і 2, які при цьому співпадуть, будемо називати *збіжними*. Відстані між збіжними точками в обох системах будемо називати *збіжними відстанями*. Тобто, якщо дві системи однакової фізичної природи подібні (інваріантні), то це означає, що відповідні узагальнені координати E_i обох систем для будь-яких збіжних точок систем і збіжних моментів часу пропорційні поміж собою:

$$\frac{E_{i1}}{E_{i2}} = \mu, \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт подібності (фрактальна, хаусдорфова, масова розмірність).

Якщо в співвідношеннях

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{E_1}{E_2} = \dots = \frac{E_{i1}}{E_{i2}} = \dots = \frac{E_{n1}}{E_{n2}} = \mu \quad (2)$$

розділити всі члени рівності на будь-який з членів, наприклад на $\frac{E_{i1}}{E_{i2}} = \mu$, то попереднє співвідношення перетвориться на безрозмірну рівність:

$$\frac{E'_1}{E'_2} = \frac{E'_1}{E'_2} = \dots = \frac{E'_{n1}}{E'_{n2}} = 1, \quad (3)$$

в якій всі величини є безрозмірними координатами, які виражені в одиницях збіжних величин E_{i1} та E_{i2} , причому чисельник кожної дробі дорівнює знаменнику тієї ж дробі, тобто безрозмірні збіжні величини чисельно дорівнюють одна одній.

Припустимо, що за результатами попередніх досліджень, нами встановлено чисто якісну наявність залежності поміж групою певних фізичних величин (параметрів деякої системи) n_i . Тривіально представимо цю залежність у вигляді:

$$f(n_1, n_2, \dots, n_k) = 0. \quad (4)$$

При цьому величини n_i можуть бути як постійними, так і змінюваними, а їх розмірність має бути відома.

Якщо, з попереднього виразу визначити деяку з величин n_i , наприклад

$$n_k = \varphi(n_1, n_2, \dots, n_{k-1}), \quad (5)$$

то легко бачити, що числове значення n_k буде залежати від обраної системи одиниць вимірювання величини n_i .

Разом з тим, якщо мова йде про одну й ту ж саму фізичну величину (один і той самий параметр системи), то виникає питання, чи можливо аби числовий вираз цієї величини залишався незмінюваним (інваріантним) при будь-якому перетворенні одиниць вимірювання. Очевидно, що інваріантними відносно перетворення одиниць можуть бути лише безрозмірні величини або комплекси, складені з розмірних параметрів таким чином, аби їх розмірності скоротились, тобто *безрозмірні комплекси*.

Зміна одиниць вимірювання деякої величини (параметра системи) є по-суті зміною масштабу, в якому зображується ця величина (параметр) за результатами вимірювання.

Очевидно, що всі безрозмірні співвідношення розмірних величин можна розглядати як масштаб, який залишається незмінюваним, якщо всі величини (параметри) безрозмірного комплексу змінюються в однакову кількість разів, тобто цей масштаб є хаусдорфівською розмірністю фрактала.

Таким чином параметри та їх динаміка для інваріантних систем є збіжними (подібними) в тому випадку, якщо всі безрозмірні комплекси однорідних величин, складені для інваріантних систем, будуть чисельно співпадати.

Кількість безрозмірних комплексів, необхідна для аналітичного моделювання системи визначається так званою π -теоремою (теоремою Бекінгема), відповідно до якої з k величин, які мають неоднакову розмірність, можна скласти $k - m$ безрозмірних комплексів, де m кількість основних розмірностей, які визначають досліджувану систему.

Відповідно до методології опису систем (вербальний рівень моделювання), необхідно розробити її (системи) функціональний, морфологічний та інформаційний описи. У нашому випадку:

– функціональним описом системи є *транспортна ємність автошляхової мережі* D , тобто здатність ландшафту задовольняти транспортні потреби без порушення екологічної рівноваги. Транспортну ємність будемо визначати у вигляді питомої інтенсивності руху, $\left[\frac{1}{m} \right]$:

$$D_m = \frac{Y_a}{a}, \quad (6)$$

де Y_a – інтенсивність руху автотранспорту за категорією дороги, [авт.];

a – ширина полотна проїжджої частини дороги відповідної категорії, [m];

та питомою площею захисних смуг на одиниці довжини автошляхової ділянки, [m]:

$$\sigma = \frac{S_{33}}{l_0}, \quad (7)$$

де S_{33} – питома площа захисних смуг, [m²];

l_0 – одиниця довжини автошляхової ділянки, [км];

– інформаційним описом системи є величина репродуктивного індексу I , $\left[\frac{m}{\text{рік}} \right]$, який визначається репродуктивною здатністю території *по кисню* Π_k , $\left[\frac{m}{\text{рік}} \right]$:

$$\Pi_k = \sum_{i=1}^n C_i \cdot S_m \cdot K_1, \quad (8)$$

де C_i – щорічне продукування органічної речовини i -им рослинним угрупованням, $\left[\frac{m}{\text{га}} \right]$ (приймається:

для мішаного лісу 10...15, для оранки 5...6, зелених зон населених пунктів 0,8...1,0);

S_m – площа відповідної території, [га];

K_1 – коефіцієнт переходу від органічної речовини до кисню;

по водним поверхневим ресурсам Π_e , $\left[\frac{m}{\text{рік}} \right]$:

$$\Pi_e = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \lambda \cdot K_2, \quad (9)$$

де λ – модуль поверхневого стоку даної ділянки, $\left[\frac{l}{m^2} \right]$;

S_i – площа території ділянки з визначеним модулем поверхневого стоку, [m²];

K_2 – коефіцієнт нерівномірності стоку [0,1 ... 1,0];

по ґрунтово-рослинному покриву Π_{ep} , $\left[\frac{m}{\text{рік}} \right]$:

$$\Pi_{ep} = 100 \cdot K_E \cdot \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{B}, \quad (10)$$

де B – час перетворення, [років] (обирається 25...30);

S_i – площа території i -ої ділянки з індивідуальною характеристикою, [га];

K_E – коефіцієнт еродованості ґрунту $[0,1 \dots 1,0]$;

по рослинному покриву Π_p , $\left[\frac{m}{\text{рік}} \right]$;

$$\Pi_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot S_i, \quad (11)$$

де C_i – щорічне продукування органічної речовини i -м рослинним угрупованням, $\left[\frac{m}{\text{га}} \right]$ (приймається: для мішаного лісу 10...15, для оранки 5...6, зелених зон населених пунктів 0,8...1,0);

S_i – площа території i -ої ділянки з індивідуальною характеристикою, $[\text{га}]$.

Таким чином, опис розглядуваної системи визначено комплексом:

$$\left(\begin{array}{l} D \left[\frac{1}{M} \right] \Rightarrow [L^{-1}] \\ I \left[\frac{m}{\text{рік}} \right] \Rightarrow [M \times T^{-1}] \\ R \left[\frac{M^2}{M^2} \right] \Rightarrow [L^2 \times L^{-2}] \\ \sigma \left[\frac{M^2}{M} \right] \Rightarrow [L^2 \times L^{-1}] \end{array} \right) \quad (12)$$

де $[L]$ – розмірність довжини;

$[M]$ – розмірність маси;

$[T]$ – розмірність часу.

Аналітична модель розглядуваної системи матиме вигляд:

$$\sigma = D^a \times I^b \times R^c, \quad (13)$$

або, відповідно до π -теорема Бекінгема, у вигляді єдиного безрозмірного комплексу:

$$f(n_1, n_2, \dots, n_k) = 0. \quad (14)$$

В даному співвідношенні розмірність чисельника має дорівнювати розмірності знаменника, а отже:

$$[L^2 \times L^{-1}] = [L^2 \times L^{-4}]^a \times [M \times T^{-1}]^b \times [L^2 \times L^{-2}]^c. \quad (15)$$

Після відповідного розв'язку останнього рівняння відносно a, b, c отримуємо:

$$\begin{cases} a = -1 \\ b = c = 0, \end{cases}$$

що визначає безрозмірний комплекс у вигляді:

$$(\pi) \Rightarrow \frac{\sigma}{I_0} \cdot D, \quad (16)$$

або після відповідних підстановок:

$$\mu = \frac{(\pi_n)}{(\pi_{n+1})} = \frac{Y_n}{Y_{n+1}}, \quad Y_{n+1} > Y_n. \quad (17)$$

Основні результати роботи. На підставі вищевикладеного визначено усереднене значення безрозмірного модельного комплексу автошляхової мережі за значеннями інтенсивності руху в залежності від категорії дороги, який становить – 0,620 (табл.1). Наведене усереднене значення безрозмірного комплексу відповідає фрактальній розмірності (розмірність Хаусдорфа-Безиковича) множини Кантора з погрішністю, яка не перевищує 1,7%:

$$\mu = \frac{\log 2}{\log 3} = 0,6309.$$

Таблиця 1

Результати визначення значення безрозмірного комплексу та фрактальної розмірності автошляхової мережі за показником категорії автодороги

Категорія дороги	1-а	1-б	2	3	4	5
Розрахунковий коефіцієнт інтенсивності руху, D_m	$\frac{15000}{30} = 500$	$\frac{7000}{20} = 350$	$\frac{2000}{8} = 250$	$\frac{1000}{7,5} = 133$	$\frac{500}{7} = 71$	$\frac{200}{4,5} = 44$
Розрахунковий безрозмірний комплекс, (π)	0,700	0,714	0,532	0,534	0,620	0,620
Усереднене значення безрозмірного комплексу, $(\bar{\pi})$	0,620					
Фрактальна розмірність, μ	0,631					
Модельний коефіцієнт інтенсивності руху, D_m	504	318	200	126	79	50
Похибка моделі	0,008	0,091	0,200	0,053	0,112	0,136

На підставі фрактально-інваріантного моделювання лісозахисних смуг автотранспортної мережі встановлено основні конструкційні співвідношення та визначена структура вертикального поперечного перерізу лісозахисної смуги ізолюючого типу в залежності від категорії (інтенсивності руху) дороги (табл. 2). Запропоновано варіанти структури лісозахисних смуг для автодоріг з різною інтенсивністю руху (рис.1).

Оцінка адекватності (за критерієм Пірсона) пропонованих конструкцій лісозахисних смуг, за показниками трансграничного переносу таких забруднювачів як CO , NO_x , SO_2 дозволила визначити довірчу ймовірність пропонованих моделей на рівні 95%.

Висновки та перспективи використання досліджень. Пропонована модель та відповідні методики моделювання є основою для проектування та досягнення проєктованих параметрів лісозахисних смуг автошляхової мережі на шляхах з різною інтенсивністю руху автотранспортних засобів. Дотримання обґрунтованих параметрів лісозахисних смуг дозволить значно підвищити показник автотранспортної ємності територій з високою щільністю автотранспортної мережі.

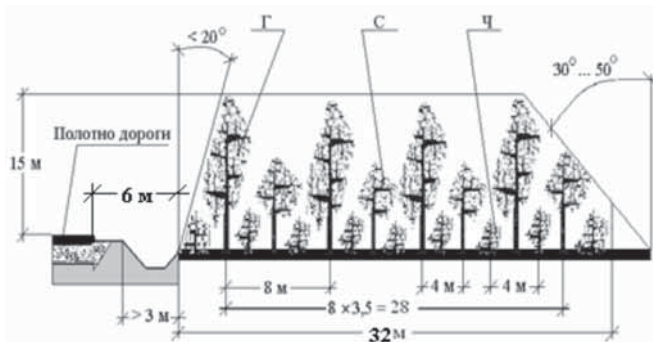
Література

1. Адаменко О.М. Екологічна геологія / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько. – К. : Манускрипт, 1997. – 349с.
2. Бахмат О.М. Моніторинг транскордонного переносу забруднюючих речовин у штучних ландшафтах автошляхової мережі / О.М. Бахмат, Л.С. Васик, І.А. Шелудченко // Збірник наукових праць ПДАТУ. Спеціальний випуск до IV наук.-практ. конференції "Сучасні проблеми збалансованого природокористування". – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2008. – С.101-104.

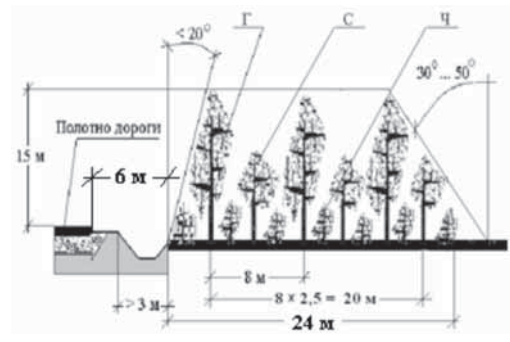
Таблиця 2

Результати визначення конструктивної ширини лісозахисних смуг автотранспортної мережі в залежності від категорії автодороги

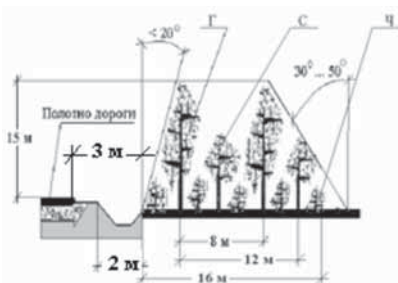
Категорія дороги	1-а	1-б	2	3	4	5
Фрактальна розмірність, μ	0,631					
Модельна ширина шляхової зони, м	104	68	45	29	29	18
Модельна ширина лісозахисної смуги, м	$\frac{104 - 27,5 - 12}{2} = 32,25$	$\frac{68 - 7,5 - 12}{2} = 23,25$	$\frac{45 - 7,5 - 6}{2} = 15,75$	$\frac{29 - 7 - 6}{2} = 8$	$\frac{29 - 7 - 6}{2} = 8$	$\frac{18 - 4,5 - 6}{2} = 3,$
Конструктивна ширина лісозахисної смуги, м	32	24	16	8	8	4
Конструктивна погрішність	0,007	0,031	0,047	0,0	0,0	0,063



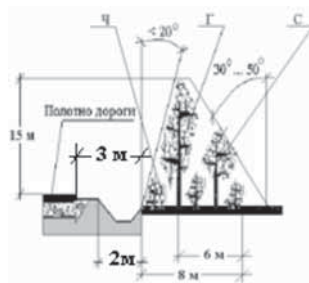
а



б



в



г



д

Рис. 1. Фрактально-інваріантні моделі лісозахисних смуг автошляхової мережі в залежності від категорії автодороги: а – категорії 1-а, 1-б; б – категорія 2; в – категорія 3; г – категорія 4; д – категорія 5; Г – головна порода; С – сунутня порода; Ч – чагарник.

3. Васик Л.С. Міські екосистеми / Л.С. Васик, Р.Ю. Гаврилянчик, І.А. Шелудченко [та ін.] // Інженерна екологія. Ч. VIII. – Кам'янець-Подільський : ТОВ "Каліграф", 2010. – 136 с.
4. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2001. – 326 с.
5. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
6. Рудько Г.І. Конструктивна геоекологія / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К. : ТОВ "Маклаут", 2008. – 320 с.
7. Шелудченко Б.А. Методологія досліджень екосистем / Б.А. Шелудченко. – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2008. – 110 с.

УДК 736.035+57.082.14:630.114.443.1

Лабій Ю.М.

*Прикарпатський національний
університет ім. В. Стефаника,
м. Івано-Франківськ*

МОДЕЛЬ ЛУЧНИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЇХ НА РАННІХ СТАДІЯХ

Запропонована модель лучного біогеоценозу, що дозволяє досліджувати порушення як наслідок забруднення ґрунту і повітря відходами промисловості, а також вести пошук оптимальних умов середовища для біосинтезу рослинами цінних метаболітів.

Ключові слова: модель, біоіндикатор, експоненціальна залежність, рівняння регресії, облікова ділянка.

Предложена модель лугового биогеоценоза, позволяющая исследовать нарушения в начальной стадии процесса как следствие загрязнения почвы и воздуха отходами промышленности, а также вести поиск оптимальных условий среды для биосинтеза растениями ценных метаболитов.

Ключевые слова: модель, биоиндикатор, экспоненциальная зависимость, уравнения регрессий, учетный участок.

The model of meadowy biogeocoenose is revealed in the article. It gives the opportunity to investigate some displacement as a result of ground and air pollution by waste products. The model leads searching of optimal conditions of the environment for plants' biosynthesis of valuable metabolome.

Key words: model, bioindicator, exponential dependency, regression equation, register plot.

Актуальність проблеми. Прикарпатська нафтогазоносна провінція є також зоною із значними можливостями для розвитку туризму. На площі, що займає тільки 6% території України, зосереджено близько 20% лісового фонду держави [1].

Мету перебування в гірській місцевості подорожуючі вбачають, головним чином, у поліпшенні здоров'я. Екологічні обставини, притаманні окремим природним комплексам, проявляють виражену позитивну дію на людей. Приміром, лісові та лучні рослини в певні періоди вегетації продукують речовини, здатні нормалізувати психічний стан, лікувати легеневі недуги, на території регіону є джерела мінеральних вод, з яких готують тонізуючі напої, геологічне середовище, особливо відслонення гірських порід, сприяють зніманню втоми.

Посилена експлуатація природних ресурсів, розвиток промисловості нерідко призводить до порушення або повного виснаження комплексів. Для раціональної експлуатації багатств краю треба

3. Васик Л.С. Міські екосистеми / Л.С. Васик, Р.Ю. Гаврилянчик, І.А. Шелудченко [та ін.] // Інженерна екологія. Ч. VIII. – Кам'янець-Подільський : ТОВ "Каліграф", 2010. – 136 с.
4. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высшая школа, 2001. – 326 с.
5. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
6. Рудько Г.І. Конструктивна геоecологія / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К. : ТОВ "Маклаут", 2008. – 320 с.
7. Шелудченко Б.А. Методологія досліджень екосистем / Б.А. Шелудченко. – Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2008. – 110 с.

УДК 736.035+57.082.14:630.114.443.1

Лабій Ю.М.

*Прикарпатський національний
університет ім. В. Стефаніка,
м. Івано-Франківськ*

МОДЕЛЬ ЛУЧНИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЇХ НА РАННІХ СТАДІЯХ

Запропонована модель лучного біогеоценозу, що дозволяє досліджувати порушення як наслідок забруднення ґрунту і повітря відходами промисловості, а також вести пошук оптимальних умов середовища для біосинтезу рослинами цінних метаболітів.

Ключові слова: модель, біоіндикатор, експоненціальна залежність, рівняння регресії, облікова ділянка.

Предложена модель лугового биогеоценоза, позволяющая исследовать нарушения в начальной стадии процесса как следствие загрязнения почвы и воздуха отходами промышленности, а также вести поиск оптимальных условий среды для биосинтеза растениями ценных метаболитов.

Ключевые слова: модель, биоиндикатор, экспоненциальная зависимость, уравнения регрессий, учетный участок.

The model of meadowy biogeocoenose is revealed in the article. It gives the opportunity to investigate some displacement as a result of ground and air pollution by waste products. The model leads searching of optimal conditions of the environment for plants' biosynthesis of valuable metabolome.

Key words: model, bioindicator, exponential dependency, regression equation, register plot.

Актуальність проблеми. Прикарпатська нафтогазоносна провінція є також зоною із значними можливостями для розвитку туризму. На площі, що займає тільки 6% території України, зосереджено близько 20% лісового фонду держави [1].

Мету перебування в гірській місцевості подорожуючі вбачають, головним чином, у поліпшенні здоров'я. Екологічні обставини, притаманні окремим природним комплексам, проявляють виражену позитивну дію на людей. Приміром, лісові та лучні рослини в певні періоди вегетації продукують речовини, здатні нормалізувати психічний стан, лікувати легеневі недуги, на території регіону є джерела мінеральних вод, з яких готують тонізуючі напої, геологічне середовище, особливо відслонення гірських порід, сприяють зніманню втоми.

Посилена експлуатація природних ресурсів, розвиток промисловості нерідко призводить до порушення або повного виснаження комплексів. Для раціональної експлуатації багатств краю треба

володіти інформацією про функціонування природно-антропогенних екологічних систем. В Україні прийнято довгострокову програму розвитку рекреаційно-туристичного та оздоровчо-лікувального комплексу загальнодержавного значення [2]. На базі цієї програми Івано-Франківщина є координатором міжнародного проекту «Підтримка місцевого розвитку в Карпатському регіоні». Виважена державна економічна політика сприятиме збільшенню дохідної частини бюджету, зростанню зайнятості населення та покращанню рівня його добробуту.

У Прикарпатті при експлуатації родовищ нафти, калійних солей, гіпсу, газотранспортної системи, роботи електростанцій, діяльності заводів хімічної промисловості й ін. в атмосферу та гідросферу поступають відходи виробництва. Усе це, а також будівництво цивільних і промислових споруд, прокладання нових та удосконалення існуючих доріг, розширення туризму викликали істотні зміни в біосфері. Науковці виявили зниження урожайності окремих видів лікарських рослин (плаун баранець, арніка гірська), порушення рівноваги біохімічних процесів в організмах, погіршення кормової якості різнотравно-злакових лук, ураження лісів кореневою губкою, порушення біосинтезу рослинами речовин. Раціональне господарювання вимагає обширної інформації про екологічний стан регіону [9].

Методика досліджень. Пропонована модель дає змогу констатувати зрушення розвитку лучних біогеоценозів на ранніх стадіях деградації. Науковцям давно відомі біоіндикатори – організми, наявність яких є показником певних природних процесів або умов зовнішнього середовища [10]. Приміром, скупчення рибоїдних птахів є показником де водиться риба; за ботанічним складом рослин можна дати оцінку якості ґрунту й ін. В основі біоіндикації лежать знання про залежність розвитку організмів від умов навколишнього середовища. Увагу ботаніків давно привернули морфологічні зміни в рослинах під впливом антропогенних дій на екосистеми. Ще в середині XIX ст. спостерігали в околиці фабрик пошкоджені димом рослини. У Першій світовій війні зауважили зміну забарвлення листків внаслідок застосування отруйних газів. Придорожні насадження зазнають пошкоджень в результаті посипання взимку дорожнього полотна сіллю під час ожеледиці. Випадання кислотних дощів стимулює появу фітоценозу – хвороби помідорів, картоплі.

В останні десятиліття біоіндикація набула широкого застосування і не тільки для виявлення порушень розвитку біогеоценозів, що відбуваються внаслідок діяльності людей. Її використовують для пошуку покладів руд, визначення якості питної води, прогнозування землетрусів і виверження вулканів та ін. Разом з тим, у численних випадках інформація про зрушення розвитку біогеоценозів приходиться із запізненням. Деградацію природних комплексів помічають після шкоди, яку завдало лихо народному господарству країни.

В основу пропонованої моделі закладена властивість лучних ценозів постійно перебувати в стані мінливості, яка чутлива до різних природних або антропогенних факторів. Відбуваються зміни із року в рік, пов'язані з періодами вегетації, а також на протязі доби. З часом лука зазнає глибокого переродження. Змінам підлягає урожайність травостоїв, зникають окремі види рослин і появляються нові. Інтенсивність змін чутлива до кліматичних умов, рівня ґрунтових вод, напрямку вітру, хімічного складу повітря, пішохідного завантаження, залежить також від ботанічного складу рослин, поширених поряд з поляною й ін. Зміни обумовлені взаємодіями між істотами, причетними до фітоценозу. Домінуючий вид рослин на поляні впливає на інші, які у свою чергу проявляють зворотну дію. Взаємовідносини рослин найчастіше здійснюються через прямий контакт між особинами і часто бувають замаскованими. Рослина в процесі життєдіяльності змінює оточуюче середовище, яке шляхом абіотичних факторів впливає на сусідні організми.

У природі поширена конкурентна взаємодія рослин. Для самозабезпечення необхідними умовами існування особини намагаються заволодіти якомога більшим життєвим простором, сонячним світлом, вологою, поживними речовинами, позбавляючи цих умов організмів-сусідів. Корені рослин охоплюють максимально можливий об'єм ґрунту, щоб засвоювати воду, поживні і мінеральні речовини, а надземна частина тягнеться вгору, для сприймання прямого сонячного проміння. Рослини, ріст яких є сповільнений, витісняються іншими, якщо тільки вони не пристосовані до умов пониженого освітлення. Результати конкурентних взаємовідносин зручно спостерігати на полянах у місцях контрастного переходу освітленості луки. Під одним деревом поширена інша трава ніж на середині поляни. Серед живих істот існують також сприятливі відносини. Під цими термінами об'єднують усі

інші випадки взаємодій, якщо один вид організмів одержує користь в результаті співжиття з іншим не приносячи йому при цьому шкоди. Ці взаємовідносини зустрічаються рідше за конкуренцію.

У процесі розвитку фітоценозів окремі види рослин зникають, інші збільшують урожайність – виникає нова екологічна рівновага. У пропонованій моделі кількісним показником, що характеризує луку, прийняли масову частку рослини-індикатора по відношенню до оточуючих рослин, або окремого виду, що зустрічається поряд з рослинами-індикаторами. Модель дозволяє одержувати інформацію про інтенсивність мінливості луки. Процес спостереження не вимагає розуміння механізмів взаємодій, що мають місце у біогеоценозі. Застосування моделі дозволяє проводити дослідження без складної технічної бази або дефіцитних реактивів.

Результати досліджень. Методика обстеження полягає у наступному: на поляні закладались 10-30 облікових ділянок, розподіляли їх так, щоб рівномірно охопити всю територію фітоценозу. Площу облікових ділянок, найчастіше в 1 кв. м, зручно помічати дерев'яними палками довжиною 1 м. На кожній ділянці повністю зривають і зважують надземну частину рослин поіменованих видом *A* і окремо оточуючих рослин виду *B*. Під рослинами виду *A* розуміють ті, урожайність яких чутлива до фактора, прояв якого може загрожувати зрушенню рівноваги біогеоценозу. До рослин виду *B* можна віднести усі, що часто зустрічаються поряд з видом *A*. Це може бути декілька видів або навіть усі інші рослини облікової ділянки разом узяті. Для порівняльної оцінки впливу промислових забруднень, що поступають через атмосферу на розвиток рослин виду *A* і виду *B*, зручно скористатись масовою часткою (ω) рослин виду *A* по відношенню до сумарної маси (m) рослин видів *A* і *B*, тобто шукана модель, це залежність масової частки рослин виду *A* від загальної урожайності травостою: $\omega = f(m)$.

Для побудови математичної моделі покладено гіпотезу, за якою незначне зростання маси травостою супроводжується зміною масової частки рослин виду *A*. При мізерно малих змінах названих величин між ними існує лінійна залежність: приріст масової частки рослин виду *A* в травостой ($\Delta\omega$) є прямо пропорціональний масовій частці цієї рослини на луці (ω) в момент спостережень та приросту загальної маси рослин (Δm): $\Delta\omega = k \cdot \omega \cdot \Delta m$. У цьому рівнянні k – коефіцієнт пропорціональності.

Перейшовши до границь, перепишемо складене рівняння у виді диференціального з відокремленими змінними:

$$\frac{d\omega}{\omega} = k \cdot dm . \quad (1)$$

Розв'язавши (1) та провівши відповідні розрахунки, одержимо модель:

$$\omega = B e^{km} , \quad (2)$$

де B і k – сталі величини. Для знаходження цих сталих проводять спостереження біогеоценозу. Польові заміри ведуть на облікових ділянках. На кожній із них зривають надземні частини рослин виду *A* і виду *B*, зважуючи окремо вид *A* і разом (m) вид *A* і вид *B*. Результати зважувань записують у польовий журнал. Вираховують масову частку (ω) рослин виду *A* по відношенню до маси всіх зірваних на ділянці рослин.

В результаті обстежень луки дослідник одержує 10-30 пар чисел. Між значеннями ω і m існує експоненціальна залежність. Для зручності розрахунків функцію (2) логарифмують і залежність між варіантами переводять в лінійну: $lg\omega = lgB + mklge$. За одержаними замірами складають таблицю пар чисел: $lg\omega$ і m . Користуючись комп'ютерною програмою excel визначають сталі лінійного рівняння регресії lgB і $klge$, а також коефіцієнт кореляції r . Знаходять числові значення сталих B і k та приводять рівняння до виду (2).

Дослідження моделі дозволяє зробити ряд висновків. У випадку $k < 0$, тобто з моделі стає очевидним, що зростання урожайності травостою, призводить до зменшення масової частки рослин виду *A*. Виявлена ситуація свідчить, що рослини, які цікавлять дослідника, програють у конкурентній боротьбі з оточуючими травами. При $k > 0$, навпаки, зростання аргументу супроводжується ростом функції. Рівняння вказує на те, що збільшення урожайності луки підсилює конкурентну здатність рослин виду *A*. Зміни, що відбулися в розвитку луки, проявили негативну дію на домінуючий вид рослин і меншу шкоду принесли рослинам виду *A*, або навіть були їм корисними.

Приклад застосування моделі. Досліджували злаково-різнотравну луку площею біля 2 га, яка простягається на віддалі 70-90 м вздовж трубопроводу для транспортування газу із Богородчанського підземного сховища. В якості рослини-біоіндикатора обрали гірську конюшину. Заклали 10 облікових ділянок. На кожній зривали і зважували надземну частину конюшини і окремо всю іншу траву. На першій ділянці заміри відповідно становили 8,2 г і 169,5 г, тобто загальний урожай трави був $m=8,2+169,5=177,7$ г, а масова частка конюшини $\omega = 8,2:177,7=0,046$. У табл. 1 представлені дані, що характеризують траву на усіх десяти облікових ділянках. Приведено загальний урожай рослин m , масову частку конюшини в травостой ω і її десятковий логарифм $lg\omega$.

Таблиця 1

Кількісні характеристики трави на облікових ділянках

m	177,7	195,5	189,6	161,0	115,0	195,0	155,0	155,6	128,8	134,1
ω	0,046	0,045	0,479	0,095	0,003	0,263	0,004	0,026	0,003	0,002
$lg\omega$	-1,34	-1,33	-0,32	-1,02	-2,30	-0,58	-2,40	-1,59	-2,52	-2,70

Ввівши в пам'ять комп'ютера пари чисел $lg\omega$ і m і запустивши розрахунок лінійного рівняння регресії, одержали коефіцієнт кореляції $r=0,767$, кутовий коефіцієнт рівняння $klge=0,0217$, вільний член рівняння $lgB = -5,05$, звідки, за нескладним розрахунком $k=0,0498$, $B=0,000089$. І, таким чином, шукана модель $\omega = 10^{-5} \cdot 8,9e^{0,0498m}$.

Оскільки значення коефіцієнтів k і B мізерно малі, треба розуміти, що урожай конюшини проявляє чутливість до тих же самих умов розвитку, що і домінуючі рослини луки і в цілому лука не зазнає вагомих змін. У рівнянні регресії коефіцієнт кореляції r достатньо високий і це підтверджує переконання в тому, що розвиток конюшини змінюється синхронно з іншими рослинами.

Запропоновану модель можна використовувати також для іншої мети. Дослідження деградації фітоценозів в наслідок заруднення їх промисловими відходами доцільно поєднувати з корисними спостереженнями – паралельно вести пошук умов, при яких окремі види рослин посилюють продукування цінних речовин. Для таких досліджень модель вимагає незначної модернізації, а спостереження лук ускладнюються. Необхідно, щоб обрана рослина-біоіндикатор приваблювала дослідника також іншими якостями – використовувалась в кулінарії, парфюмерії або фармації. На території Прикарпатської нафтогазоносною провінції заготовляють у промислових масштабах 14 видів лікарських рослин [3]. Виготовлені з них ліки проявляють різну активність у залежності від місцевості, де рослини зібрані [8].

Хімічний і гранулометричний склад ґрунту, висота місцевості над рівнем моря, ботанічний склад луки та ряд інших умов проявляють стимулюючу дію на здатність рослин продукувати метаболіти. Існує уява, що усі ці фактори діють опосередковано – вони обумовлюють формування ботанічного складу луки, а головною причиною продукування рослинами різноманітних речовин є конкурентна взаємодія. У боротьбі за виживання особини синтезують речовини, призначення яких є сповільнення розвитку або некроз органів конкурента. Ці речовини передаються через ґрунт або повітря. У випадках пониженої урожайності рослини, вона протидіє захопленню життєвого простору оточуючими травами і для самозбереження може посилено синтезувати речовину, яка виявляється цінною для людей.

Взаємовідносини особин впливають на численні процеси життя. Наприклад, клубні картоплі сорту «Павлінка», вирощеної на забур'яненому ґрунті, містять 2,72% білків і 17,12% крохмалю по відношенню до сирової маси, а на очищеному від бур'янів при усіх інших аналогічних умовах вирощування – білків 2,25% і крохмалю 20,47% [4]. У рослинах поряд з білками, нуклеїновими кислотами, вуглеводами, ліпідами і вітамінами є різноманітні речовини вторинного походження, які часто є цінними для фармакохімії, кулінарії, парфумерної промисловості і ін. Інтенсивність продукування рослинами метаболітів залежить не тільки від періоду вегетації та ґрунтово-кліматичних умов розвитку. В окремих випадках взаємовідносини між особинами є важливою умовою, що впливає на перебіг біохімічних процесів, асиміляції – засвоєння поживних речовин та дисиміляції – їх розкладу і виділення.

Для застосування запропонованої моделі з метою дослідження луки і її впливу на біосинтез продуктивним видом рослин цінної сполуки, вимірюють інші, у порівнянні з розглянутим прикладом, кількісні показники біогеоценозу. В основу моделі кладуть гіпотезу, за якою концентрація (C) цінної сполуки в рослинах-продуцентах знаходиться в залежності від масової частки (ω) названих рослин у травостой:

$$C=f(\omega). \quad (3)$$

Провівши відповідні перетворення (3) та розрахунки, як і при побудові попередньої моделі, прийдемо до висновку, що продукування рослинами цінної речовини перебуває в експоненціальній залежності від масової частки рослин-продуцентів у травостой:

$$C=Be^{k\omega}. \quad (4)$$

Величини B і k – сталі, які дослідник визначає за даними спостережень.

Застосування моделі мало відрізняється від наведеного прикладу. Закладають на луці облікові ділянки. Збирають проби – надземну частину, корені, органи або цілі рослини досліджуваного виду, а також окремо оточуючі трави. Усе це зважують. Потрібний матеріал упаковують в паперові торбинки і доставляють в лабораторію. Концентрацію цінної речовини в рослинах визначають хімічними або біологічними методами і виражають в одиницях, зручних для дослідника. Термін «концентрація» тут застосований умовно. Цю кількісну характеристику не завжди можна виразити в масових частках в розрахунку на свіжо зірвані чи висушені рослини, або числом моль в одиницях об'єму виготовленого препарату. Іноді неможливо дізнатись про концентрацію речовини в досліджуваному соку продуцента або екстракті, виготовленому з рослин.

Біологи і медики часто користуються замість концентрації умовними одиницями, які називають активністю. Приміром, активність витяжки-препарату виражають через число клітин, які здатні вбити відомий об'єм препарату в рідині, що містить клітини протягом інкубаційного часу. Існують чутливі методи аналізу цих величин (концентрацій) з доброю відтворюваністю аналізу [6]. Такими умовними числовими характеристиками можна користуватись замість концентрації при застосуванні запропонованої моделі.

Завершивши обстеження та первинні розрахунки, кожен облікову ділянку характеризують трьома величинами: концентрацією цінної сполуки в рослинах (C), масовою часткою досліджуваного виду рослин у травостой (ω) і логарифмом цієї масової частки ($lg\omega$). Логарифмуванням переводять експоненціальну залежність (4) в лінійну і знаходять коефіцієнти рівняння регресії, як у вище наведеному прикладі. Парамі чисел завантажують пам'ять комп'ютера (таблицю excel) і запускають розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії. На табло висвітлюються числові значення сталих B і k , а також коефіцієнта кореляції r .

Висновки. Запропонована модель дає змогу виявляти ландшафти, на яких деградація фітоценозів є в початковій стадії. Крім цього появляється можливість вести пошук місцевостей, покритих рослинами, що продукують цінні для людей речовини. Модель пройшла апробацію. Як біоіндикатори забрудненя ґрунту сполуками металів, можна використовувати поширені види рослин, такі як подорожник і кульбаба [7]. Затративши дещо більше праці, можна паралельно досліджувати цінні рослини-продуценти. Наші спостереження свідчать, що інтенсивність лікувального ефекту препарату, виготовленого з чоловічої папороті, визначається також розташуванням поляни, на якій заготовили рослини [5]. У Прикарпатті і Карпатах розвивається промисловість, а ще більшими темпами розбудовуються і модернізуються нічліжні та гастрономічні об'єкти, вдосконалюється дорожня мережа, допоміжна інфраструктура для різних видів туризму. У ситуації, що виникла, впровадження запропонованої моделі для дослідження екології краю є перспективним.

Література

1. Адаменко О.М. Регіональна екологія і природні ресурси (на прикладі Івано-Франківської області) / О.М. Адаменко, М.М. Приходько. – Івано-Франківськ, 2000. – 278 с.
2. Гуменюк Г.М. Регіональні особливості рельєфу «Горган» для розвитку туристичної галузі. – Розвиток туристичної індустрії в Україні: реалії та перспективи / Г.М. Гуменюк // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Тернопіль, 2004. – С. 105-111.

3. Кит С.М. Ресурсы дикорастущих лекарственных растений Ивано-Франковской области, их рациональное использование / Ю.М. Лабий, Я.С. Гудывок, Л.Г. Савицкая, Б.В. Демчук // Ресурсы дикорастущих лекарственных растений СССР. – М., 1975. – Вып. 3. – С. 115-118.
4. Лабий Ю.М. Вміст мікроелементів у різних сортах картоплі, вирощуваної в Івано-Франківській області / Ю.М. Лабий // Досягнення ботанічної науки на Україні. – К. : Наукова думка, 1974. – С.83-84.
5. Лабий Ю.М. Продуцирование папоротником биологически активных соединений в зависимости от содержания в почве магния и свинца / Ю.М. Лабий // 7-ой съезд Украинского ботанического общества : тезисы докл. – К. : Наукова думка, 1982. – С. 92-93.
6. Лабий Ю.М. О повышении точности измерения противоопухолевой активности препаратов / Ю.М. Лабий // Измерительная техника. – 1990, №7. – С. 57-58.
7. Лабий Ю.М. Подорожник и одуванчик как индикаторы загрязнения среды соединениями металлов / Ю.М. Лабий // Одиннадцатая Всесоюзная конф. по биологической роли микроэлементов и применению в сельском хозяйстве и медицине : тезисы докладов, II том. – Самарканд, 1990. – С. 13-14.
8. Лабий Ю.М. Сравнительная оценка противоопухолевой активности экстрактов из лекарственных растений Предкарпатья / Ю.М. Лабий // Ботанические исследования на Украине. – Киев : Наукова думка, 1990. – С. 60-61.
- 9 Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем адміністративних областей (на прикладі Львівської області) / Г.І. Рудько, В.С. Гошовський. – К. : Академпрес, 2009. – 192 с.
10. Слободян В.О. Біоіндикація / В.О. Слободян. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2004. – 196 с.

УДК. 5284 829.7; 632.15

Андрєєв С.М., Красовський Г.Я., Крета Д.Л.
*Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ ТА ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРІВ

Розроблені технології космічного моніторингу, які сприяють інформаційній підтримці рішень з питань охорони і раціонального використання природних ресурсів Чорного і Азовського морів. Ці технології базуються на нових підходах до завдань тематичного дешифрування космічних знімків морських акваторій і інтерпретації отриманих при цьому картографічних моделей. Із застосуванням геоінформаційної системи ArcGIS 9.2 синтезовані векторні карти техногенного навантаження прибережних вод українського сектору Чорного і Азовського морів.

Ключові слова: космічний моніторинг, дешифрування космічних знімків, акваторія, картографічні моделі.

Разработаны технологии космического мониторинга, которые способствуют информационной поддержке вопросов охраны и рационального использования природных ресурсов Черного и Азовского морей. Эти технологии базируются на новых подходах к задачам тематического дешифрирования космических снимков морских акваторий и интерпретации полученных при этом картографических моделей. С использованием геоинформационной системы ArcGIS 9.2 синтезированы векторные карты техногенной нагрузки прибрежных вод украинского сектора Черного и Азовского морей.

Ключевые слова: космический мониторинг, дешифрирование космических снимков, акватория, картографические модели.

The technologies for space monitoring which help information support of decision-making process for defense and proper usage of nature resources of the Black and Azov Seas were carried out. These technologies are based on main principles for thematic decoding of sea water space pictures and interpretation

3. Кит С.М. Ресурсы дикорастущих лекарственных растений Ивано-Франковской области, их рациональное использование / Ю.М. Лабий, Я.С. Гудывок, Л.Г. Савицкая, Б.В. Демчук // Ресурсы дикорастущих лекарственных растений СССР. – М., 1975. – Вып. 3. – С. 115-118.
4. Лабий Ю.М. Вміст мікроелементів у різних сортах картоплі, вирощуваної в Івано-Франківській області / Ю.М. Лабий // Досягнення ботанічної науки на Україні. – К. : Наукова думка, 1974. – С.83-84.
5. Лабий Ю.М. Продуцирование папоротником биологически активных соединений в зависимости от содержания в почве магния и свинца / Ю.М. Лабий // 7-ой съезд Украинского ботанического общества : тезисы докл. – К. : Наукова думка, 1982. – С. 92-93.
6. Лабий Ю.М. О повышении точности измерения противоопухолевой активности препаратов / Ю.М. Лабий // Измерительная техника. – 1990, №7. – С. 57-58.
7. Лабий Ю.М. Подорожник и одуванчик как индикаторы загрязнения среды соединениями металлов / Ю.М. Лабий // Одиннадцатая Всесоюзная конф. по биологической роли микроэлементов и применению в сельском хозяйстве и медицине : тезисы докладов, II том. – Самарканд, 1990. – С. 13-14.
8. Лабий Ю.М. Сравнительная оценка противоопухолевой активности экстрактов из лекарственных растений Предкарпатья / Ю.М. Лабий // Ботанические исследования на Украине. – Киев : Наукова думка, 1990. – С. 60-61.
- 9 Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем адміністративних областей (на прикладі Львівської області) / Г.І. Рудько, В.С. Гошовський. – К. : Академпрес, 2009. – 192 с.
10. Слободян В.О. Біоіндикація / В.О. Слободян. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2004. – 196 с.

УДК. 5284 829.7; 632.15

Андрєєв С.М., Красовський Г.Я., Крета Д.Л.
*Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ ТА ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРІВ

Розроблені технології космічного моніторингу, які сприяють інформаційній підтримці рішень з питань охорони і раціонального використання природних ресурсів Чорного і Азовського морів. Ці технології базуються на нових підходах до завдань тематичного дешифрування космічних знімків морських акваторій і інтерпретації отриманих при цьому картографічних моделей. Із застосуванням геоінформаційної системи ArcGIS 9.2 синтезовані векторні карти техногенного навантаження прибережних вод українського сектору Чорного і Азовського морів.

Ключові слова: космічний моніторинг, дешифрування космічних знімків, акваторія, картографічні моделі.

Разработаны технологии космического мониторинга, которые способствуют информационной поддержке вопросов охраны и рационального использования природных ресурсов Черного и Азовского морей. Эти технологии базируются на новых подходах к задачам тематического дешифрирования космических снимков морских акваторий и интерпретации полученных при этом картографических моделей. С использованием геоинформационной системы ArcGIS 9.2 синтезированы векторные карты техногенной нагрузки прибрежных вод украинского сектора Черного и Азовского морей.

Ключевые слова: космический мониторинг, дешифрирование космических снимков, акватория, картографические модели.

The technologies for space monitoring which help information support of decision-making process for defense and proper usage of nature resources of the Black and Azov Seas were carried out. These technologies are based on main principles for thematic decoding of sea water space pictures and interpretation

of cartographic models. Due to the use of geoinformatic system ArcGis 9.2 vector maps of technical loads of Ukrainian sector of the Black and Azov sea coastal waters were made.

Keywords: space monitoring, decoding of space pictures, sea water, cartographic models.

Постановка проблеми. Прибережні води Чорного і Азовського морів є важливою складовою рекреаційного потенціалу України. Оскільки вони підлеглі суттєвому забрудненню чисельними природними і антропогенними джерелами, актуальною лишається проблема реалізації ефективного моніторингу їх екологічного стану та якості. Одним з ефективних підходів практичної реалізації такого моніторингу полягає у використанні ДЗЗ\ГІС технологій.

Такі технології були практично реалізовані з використанням космічних знімків прибережних вод і приморських регіонів Чорного і Азовського морів, отриманих за останні 10 років.

Методика робіт. Для вирішення практичних завдань оцінок стану та якості поверхневих вод суходолу і територіальних вод України на основі створеного спеціалізованого програмно – технологічного комплексу формувалися і постійно підтримуються динамічні фонди космічних знімків територій ряду областей України і її територіальних вод. До них включалися оперативні і архівні знімки повної лінійки розрізнення із широким діапазоном значень показника оперативності. Знімки отримувалися з сайту компанії Digital Globe згідно технології, розробленої і наведеної в роботі [1].

Системний аналіз основних завдань моніторингу, оцінювання стану та якості поверхневих вод України з метою забезпечення їх охорони і комплексного використання дав підстави для висновку про доцільність включення до спеціалізованих, предметно – орієнтованих фондів космічних знімків із наступних супутників:

METEOSAT – європейський геостационарний супутник. На сервері <http://www.nottingham.ac.uk/pub/sat-images/> представлені нові і архівні зображення з нього. Найновіші знімки знаходяться на цьому сервері за адресою: <http://www.nottingham.ac.uk/meteosat/graphif.shtml/shtml>.

GMS – японський геостационарний супутник, дані по спектральних діапазонах у глобальному (півкуля) або регіональному масштабі архівуються за останні декілька днів за адресою: <ftp://rsd.gsfc.nasa.gov/pub/Weather/GMS-5/gif/mapped/>.

NOAA – джерело необроблених даних AVHRR – інтерактивний супутниковий архів – за адресою: <http://www.saa.noaa.gov>.

Супутники Sea Star і TERRA (сканери Sea WIFS, MODIS, MISR):

SeaWIFS (американський супутник Sea Star) – це сканер низького просторового розрізнення (1100 м) з 8 спектральними зонами в діапазоні 0.402 – 0.885 мкм.

Сканер MODIS (американський супутник TERRA) має просторовий дозвіл від 250 до 1000 м у 36 спектральних каналах і його дані безкоштовні. Адреса зразків знімків – <http://www.scanex.ru/rus/gallery/gallery.htm>, а глобального каталогу – <http://modis-250m.nascom.nasa.gov/getdata/browsenew/index.asp>.

Дані доступні і через універсальний каталог EOS Data Gateway: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>.

Сканер MISR (Multiangle Imaging SpectroRadiometer) на супутнику TERRA, забезпечує зйомку під дев'ятьма кутами одночасно, і таким чином повно описує відбивні характеристики об'єктів земної поверхні. Опис інструменту приведений за адресою <http://www-misr.jpl.nasa.gov/>, а знімки – за адресою <http://eosweb.larc.nasa.gov>.

Геоінформація від супутників Sea Star і TERRA на полярних орбітах (сканери SeaWIFS, MODIS, MISR) має середнє і низьке розрізнення, середнє охоплення. Знімки розповсюджуються безкоштовно.

Супутники середнього просторового розрізнення Landsat TM і ETM+:

Сканери MSS (Multispectral Scanner) і TM (Thematic Mapper) на американських супутниках Landsat підтримують масив багаторічних цифрових космічних зйомок. Супутники Landsat працюють на полярних сонячно-синхронних орбітах, частота повторної зйомки на екваторі 16-18 днів (залежно від супутника). Дані MSS (розрізнення 80 м, 4 широких спектральних зони в діапазоні 0.5 – 1.1 мкм), дані TM (розрізнення 30 м у оптичному, ближньому і середніх інфрачервоних зонах, 120 м в тепловому діапазоні, сім спектральних зон в діапазоні 0.45 – 12 мкм). Смуга огляду для обох сканерів – близь-

ко 185 км. Зараз в активному режимі знаходяться КА Landsat-5 (1984 р.) та Landsat-7 (1999 р.). Інформацію можливо отримати на сайті <http://glovis.usgs.gov/>.

Космічна система SPOT (Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) має дві оптико – електронні камери HRV (High Resolution Visible). Геометрична роздільна здатність даних Spot при панхроматичному зніманні складає 10 м, при багатозональному – 20 м. Крім високої роздільної здатності цих знімків, є можливість отримання стереопар (за два витки). На космічному апараті Spot-4 встановлено покращений багатоспектральний радіометр HRVIR (High Resolution Visible InfraRed), в якому замість панхроматичного діапазону використовується середній інфрачервоний діапазон, а також є можливість використання одночасно двох камер.

Значна кількість завдань управління охороною і раціональним використанням поверхневих вод вимагає використання знімків із розрізненням до 1 м, наприклад, із супутників ICONOS, Quick Bird та їх аналогів, які можна отримати за адресою: www.maps.google.com.

В структурі програмного комплексу підтримки створених фондів розрізняють – каталог, картограму і, власне, космічні знімки з анотацією на дисках DVD. Каталог містить інформацію про наявність знімків у фонді станом на визначену дату. Приклад розділу каталогу наведено в табл.1. Технічні параметри апаратури ДЗЗ кожного супутника відомі. Для наочності, на прикладі для супутника NOAA, вони наведені в табл. 2. Для представлення наявності інформації та пошуку матеріалів космічної зйомки в архіві складаються картограми. Картограми відображають топографічну карту відповідної території з накладеними на неї прямокутниками – кадрами та стрічками зйомки, окремо для кожного виду знімків.

Наприклад, картограма покриття знімками NOAA території України, включених до фонду, приведена на рис. 1.

Кожен з них супроводжується анотацією, яка містить наступні дані:

NOAA-17 – назва супутника та його номер;

180909 – дата зйомки: 18 – число, 09 – місяць, 09 – рік.

084840 – час прийому: 08 – годин, 48 – хвилин, 40 – секунд.

Знімки надаються у форматах HRP та JPEG (для огляду) і супроводжуються інформацією про калібровку.

Особливу практичну цінність для більшості практичних завдань оцінок стану та якості поверхневих вод мають космічні знімки надвисокого розрізнення. У створених їх спеціалізованих динамічних фондах це серії знімків ICONOS і Quick Bird. Для прикладу, наведемо структуру розділу фонду серії космічних знімків Quick Bird. Компанія Digital Globe отримує з супутника Quick Bird кольорові зображення земної поверхні з розрізненням 0,61 м (панхроматичного) та 2,44 м (багатоспектрального кольорового) зображення. Характеристики оптико – електронної системи Quick Bird приведені в табл. 3.

Назва файлу знімка Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2 складається з наступних даних:

Mariupol – назва найближчого географічного об'єкта;

DG – джерело надходження знімка, ресурс DigitalGlobe;

Таблиця 1

Склад фонду космічних знімків Чорного та Азовського морів станом на 01.12.2009

Космічний апарат	Кількість знімків на Чорне море	Кількість знімків на Азовське море	Тип носія та його номер у архіві
NOAA	4		Диск №1, директорія NOAA
TERRA	4		Диск №1, директорія TERRA
SPOT	8	6	Диск №1, директорія SPOT
LANDSAT	14	7	Диск №1, директорія LANDSAT
QuickBird	12	15	Диск №1, директорія QuickBird

Характеристика оптико – електронних систем NOAA

Прилад	Спектральний діапазон	Розрізненість (км)	Полоса знімання (км)	Період повторної зйомки
AVHRR	0.58 – 0.68 мкм 0.725 – 1.1 мкм 3.55 – 3.93 мкм 10.3 – 11.3 мкм 11.4 – 12.4 мкм	1.1	3000	6 за добу
MSU	50,30 ГГц 53,74 ГГц 54,96 ГГц 67,95 ГГц	115,0	2348	6 за добу
AVSU-A	23,8 ГГц 31,4 ГГц 50,3 – 57,3 ГГц (12 каналів) 89 ГГц	50,0	2054	6 за добу
AVSU-B	89 ГГц 150 ГГц Три каналу близько 183 ГГц	50,0	2054	6 за добу
HIRS/3	0.69 мкм 3.76 – 4.57 мкм 6.7.2 – 14.95	20,0	2240	6 за добу

20020901 – дата зйомки: рік, місяць, день;

L17 – рівень деталізації знімка, відповідно L16- 3,3 м у пікселі, L17- 1,6 м у пікселі;

1-2 – 1-номер стрічки, 2-номер кадру.

Папка знімка вміщує файли:

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.jp2 – зображення знімка, формат JPEG-2000;

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.jp2.aux.xml – опис знімка;

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.jp2w – World-файл для ArcGIS;

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.map – файл прив'язки для OziExplorer;

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.prj – інформація про проекцію;

Mariupol_DG_20020901_(L17)_1-2.tab – файл прив'язки для MapInfo.

Зразки спектральних знімків із супутника Quick Bird приведено на рис. 2, 3. Картограма покриття знімками Quick Bird узбережжя Азовського моря – на рис. 4.

Аналіз результатів досліджень. У результаті було створено спеціалізований фонд архівних і оперативних космічних знімків прибережної смуги Чорного і Азовського морів за даними з супутників NOAA, TERRA, SPOT, LANDSAT, Quick Bird.

Для завдань тематичного дешифрування космічних знімків зі створених їх динамічних фондів розроблялися банки даних параметрів антропогенних і природних чинників впливу на стан і якість поверхневих вод. Джерелами первинної інформації цих банків даних є відповідні управління обласних державних адміністрацій, а також різноманітні довідники і дані статистичної звітності. Тематичне дешифрування знімків виконувалося як візуальними так і числовими методами з використанням попередньо розроблених таблиць дешифрувальних ознак забруднення морських вод (табл.4). У



Рис. 1. Картограма покриття знімками NOAA території України

Таблиця 3

Характеристики оптико – електронної системи Quick Bird

Прилад	Спектральний діапазон, нм	Роздільна здатність (м)	Полоса знімання (км)	Період повторної зйомки (діб)
Quick Bird	450-900	0,61	16,5	1-5
	450-520	2,44		
	520-600			
	630-690			
	760-900			

результаті створено банк даних параметрів антропогенних чинників впливу на екологічний стан українського сектору Чорного моря і української ділянки водозбору Азовського моря. Розроблено методику автоматизованого відновлення просторово-часового розподілу плямистості морських акваторій, обумовлених варіаціями гідрооптичних і гідроелектричних параметрів за цифровими космічними знімками.

Розроблено предметно – орієнтований програмно-технологічний комплекс обробки космічних знімків морських акваторій з механізмом сумісного використання дискриптивного підходу до алгебри зображень і операцій із застосуванням алгебри “критерійних дерев” для формування вектора параметрів кількісних і якісних характеристик. Це дозволяє локалізувати і попередньо ідентифікувати аномалії з урахуванням функціональних особливостей зорового сприйняття.

Для ефективного управління охороною і раціональним використанням поверхневих вод необхідно знати локалізацію діючих і потенційно небезпечних антропогенних і природних чинників їх забруднення і мати щонайповнішу інформацію про кількісні характеристики режимів функціонування кожного з них. З урахуванням сучасного стану інформатизації органів державної влади, які в тому чи іншому ступені опікуються екологічними проблемами, доцільно, щоби відповідні геопросторові, довідкові, цифрові та інші дані були інтегровані у форму інформаційних моделей. Сучасна концепція



Рис. 2. Фрагмент спектрального знімка акваторії Чорного моря (Іллічівськ) із супутника Quick Bird



Рис. 3. Фрагмент спектрального знімка акваторії Азовського моря (Маріуполь) із супутника Quick Bird



Рис. 4. Картограма покриття знімками Quick Bird узбережжя Азовського моря

синтезу таких моделей базується на комплексному використанні ГІС – технологій. Ці технології були практично реалізовані шляхом розробки типової ГІС картографічної підтримки рішень із питань управління охороною довкілля і раціонального використання відновлюваних природних ресурсів на обласному рівні. Інформаційний фонд такої ГІС достатній для підготовки до видання на паперових носіях масовим накладом екологічних карт відповідної області.

Із застосуванням інструментів ГІС ArcGIS 9.2 синтезовані векторні карти техногенного навантаження прибережних вод українських секторів Чорного й Азовського морів на території України. На основі ГІС – платформи ArcGIS 9.2, топографічної векторної карти України М 1:200 000 і баз атрибутивних даних джерел скидів стічних вод, викидів в атмосферу, дампінгу і т.і. розроблені макети екологічних карт українського сектору Чорного моря (рис.5) й Азовського моря (рис.6).

ГІС базується на платформі ARC/VIEW 9.2, яка забезпечує її інформаційне і програмне зістикування з державними інформаційно-аналітичними системами довольного рівня. Топографічна основа типової ГІС в масштабі 1:200 000 включає наступні тематичні шари (ТШ):

ТШ 1. Математичні елементи, елементи планової і висотної основи (*Позначки висот*).

ТШ 2. Рельєф суші, виражений горизонталями.

ТШ 3. Гідрографія гідротехнічні споруди:

ТШ 3.1. Гідрографія;

ТШ 3. 2. Гідротехнічні споруди;

ТШ 3.3 Морські шляхи, порти, якорні стоянки, концентровані відвали ґрунтів, морські канали.

ТШ 4. Населені пункти.

ТШ 5. Промислові об'єкти, комунікації.

ТШ.6. Культові об'єкти.

ТШ 7. Дорожня мережа і дорожні споруди:

ТШ 7.1. Залізниця;

ТШ 7.2. Шляхи автомобільні та інші.







Рис. 5 – Екологічна карта Чорного моря

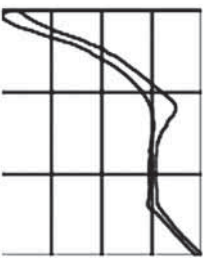





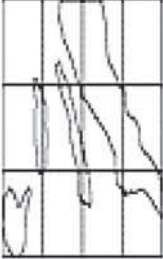
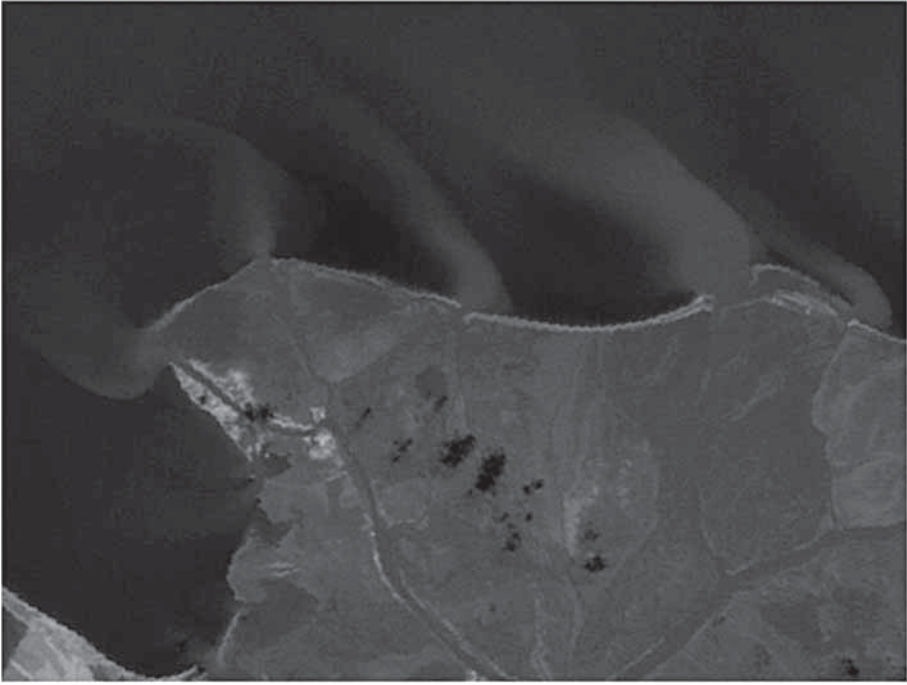
Рис. 6. Екологічна карта Азовського моря

Таблиця 4

Дешифрувальні ознаки забруднень морських акваторій

		Дешифрувальні ознаки		
Види забруднення	Форма плям	Спектрально-яскравісні характеристики	Текстура плям	Динаміка
1	2	3	4	5
<p>1. Нафтові забруднення акваторій</p>	<p>Специфічно складна спіралевидна, ниткоподібна, з витягнутими кінцями у вигляді пелюсток, із завихреннями з одного боку, розгалужена.</p> 	<p>Світлий тон (у порівнянні з незабрудненою поверхнею) у видимій та ІЧ-області, за великої інтенсивності (свіжа нафта, товсті плівки) – з перевагою червоно-фіолетових відтінків. Для товстих плівок найбільша контрастність відбиття в порівнянні з незабрудненою поверхнею: у видимій області при $\lambda=0,7\text{мкм}$, в ІЧ-області – у діапазонах довгих плівок максимальна контрастність в ІЧ-області при $\lambda=3,4\text{мкм}$, у видимій області – інтерференційна картина (чергування темних і світлих смуг). У ранньому діапазоні – темні плями (наслідок більш гладкої поверхні моря в місцях нафтових плівок). Максимум відбиття – при $\lambda=3\text{см}$.</p> 	<p>Можливі як безперервні плями, так і розриви, чергування смуг різної яскравості. Градієнт яскравості великих плям спрямований до краю плями. Границі плям чітко виражені.</p>	<p>Розміри й форма плям швидко міняються. Місця виникнення плям не мають твердої географічної прив'язки.</p>
<p>2. «Цвітіння» акваторій</p>	<p>Нечіткі, тимчасова мінливість вище, ніж у забруднених вод</p> 	<p>Збільшення світлоти в діапазоні 600...700 нм, можливе зменшення</p> 	<p>Пухка або нитковидна (нитки витягаються за течією)</p>	<p>Спостерігається в період вегетації синьо-зелених або діатомових водоростей</p>

<p>1</p> <p>3. Абразія берега</p>	<p>2</p> <p>Дифузійне джерело забруднення. Плями витягнуті уздовж берега, іноді убик моря.</p> 	<p>3</p> <p>Світлий тон плям у видимій області. Максимум відбиття в діапазоні $\lambda=0,5-0,6\text{мкм}$.</p> 	<p>4</p> <p>Максимальна яскравість у вузькій смузі уздовж берега. Градієнт яскравості спрямований до берега, границі плям розмиті.</p>	<p>5</p> <p>Виникають при сильному хвилюванні. Розміри й координати непостійні.</p>
<p>4. Береговий стік</p>	<p>Точкове/дифузійне джерело забруднення. Форма плям округла або витягнута. У порівнянні із забрудненням річковим стоком масштаби забруднення значно менші.</p> 	<p>Аномальний тон плям у видимій (у випадку сильних забруднень) та ближній ІЧ-області (частіше більш світлі в порівнянні з незабрудненою поверхнею). Оскільки стічні випуски мають більш високу температуру, можлива індикація в тепловому ІЧ-діапазоні: плями мають більш світлий тон.</p> 	<p>Максимальна яскравість (у випадку темного плям – мінімальна) біля місця забруднення. Градієнт яскравості спрямований до джерела (у випадку світлих плям) або від джерела (у випадку темних плям). Границі плям розмиті.</p>	<p>Координати непостійні. Залежно від рівня забруднення змінюється ступінь яскравості плям. Максимальні забруднення спостерігаються в період танення снігів і після зливових дощів.</p>

<p>1</p> <p>5. Річковий стік</p>	<p>2</p> <p>Примикають до гирл рік. Точкові джерела забруднення. Залежно від метеорологічної обстановки (напрямку вітрів і плинів) плями виносять або витягнуті у бік моря, або уздовж берега, мають форму “язика”. Внаслідок різного хімічного складу морської й річкової води можлива поява гідрофронтів із різкими перепадами температури, солоності на границі, що сильно утруднює змішування річкових вод з морськими. У цьому випадку річкова вода витискується уздовж берега, мають витягнуту уздовж берега й розгалужену форму.</p> 	<p>3</p> <p>Світлий (у виняткових випадках – темний) тон плям (у порівнянні з незабрудненою поверхнею) у видимій ($\lambda = 0,4-0,7 \mu\text{м}$) в окремих випадках сильних забруднень і в ближній ІЧ ($\lambda = 0,7-1,0 \mu\text{м}$) областях. Максимум контрастності – у видимому діапазоні ($\lambda = 0,5-0,7 \mu\text{м}$) обумовлений підвищеною концентрацією суспензії.</p> 	<p>4</p> <p>Максимум яскравості – у гирлах рік. Градієнт яскравості спрямований до джерела. Границі плям нечітко виражені. У випадку темних плям градієнт яскравості – від гирла.</p>	<p>5</p> <p>Плями виносять постійно по своїм координатам, пропорційно рівню забруднення змінюється ступінь яскравості й розміри плям. Максимальна яскравість і розміри в період весняного паводку (підвищення витрат стічних вод, як наслідок танення снігів і стоку із сільськогосподарських угідь) і паводкових явищ.</p>
------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ТШ 8. Рослинний покрив і ґрунти:

ТШ 8.1. Рослинний покрив;

ТШ 8.2. Ґрунти.

ТШ 9. Адміністративний устрій.

Функції моніторингу довкілля реалізуються тематичними шарами наступного тематичного змісту:

- техногенні і природні чинники екологічної безпеки;
- відновлювані природні ресурси, їх екологічний стан та моніторинг;
- природно-заповідний фонд.

Кожен з цих розділів складається з множини тематичних шарів у векторній і растровій формі, а також атрибутивних даних в табличній і текстовій формі, включених до інформаційного фонду ГІС об'єктів. Кожен тематичний шар доповнюється таблицями і текстами в довільній формі, сукупність яких містить топографічні, хронологічні і другі показники, включених до нього об'єктів.

Висновки. Таким чином, створено сучасну технологію космічного моніторингу, яка сприяє інформаційній технології підтримки рішень з питань охорони і раціонального використання природних ресурсів Чорного і Азовського морів. Ці технології базуються на нових підходах до завдань тематичного дешифрування космічних знімків морських акваторій і інтерпретації отриманих при цьому картографічних моделей із залученням інструментів сучасних ГІС і СУБД.

Запропоновані технології в поєднанні з даними, які отримують суб'єкти державного моніторингу Чорного і Азовського морів, дозволять синтезувати картографічні моделі просторово-часового розподілу забруднюючих речовин, що відкриває принципово нові можливості моніторингу континентального шельфу і виключної (морської) економічної зони України. Ця обставина є надзвичайно важливою у зв'язку з планами будівництва підводного газогону "Південний потік", а також стрімко зростаючими темпами транспортування нафти і нафтопродуктів танкерним флотом.

Впровадження цих результатів в органах державної влади а також Державних екологічних інспекціях Чорного і Азовського морів у вигляді спеціалізованих ГІС буде сприяти суттєвому підвищенню ефективності управління охороною навколишнього середовища і державного моніторингу в частині:

- використання і охорони морського середовища і природних ресурсів внутрішніх морських вод;
- додержання норм екологічної т безпеки;
- додержання установлених лімітів використання природних ресурсів, нормативів викидів і скидів забруднювальних речовин у морське середовище;
- додержання екологічних вимог у процесі зберігання, транспортування, використання, знешкодження та поховання виробничих, побутових та інших видів відходів;
- проведення всіх робіт у портах і на судноремонтних заводах, у тому числі днопоглиблювальних робіт, захоронення або складування промислових, побутових та інших відходів у внутрішніх морських водах, територіальному морі, виключній (морській) економічній зоні та на континентальному шельфі.

Література

1. Красовський Г.Я. Отримання геоінформації з мережі Інтернет для завдань космічного моніторингу екологічної безпеки регіонів / Г.Я. Красовський, С.М. Андрєєв, О.С. Бутенко, Д.Л. Крета // Екологія і ресурси : зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. – К. : ІПНБ, 2005. – №12. – С.100-142.

ОЦІНКА ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 504.61

Адаменко Я.О.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОЦІНКА ВПЛИВІВ ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

На основі порівняльного аналізу процедур оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) у провідних країнах Європи, Азії, Північної та Південної Америки, Африки і Австралії вперше науково обґрунтовані етапи виконання ОВНС для України: скринінг, скоупінг, альтернатива, участь громадськості, оцінка екологічної ситуації, які повинні виконуватись до початку проектування техногенного об'єкту і супроводжувати процес його будівництва та експлуатації. Запропонована нова методологія визначення сучасної екологічної ситуації території і об'єкту шляхом геоінформаційного еколого-техногеохімічного моделювання та прогнозування стану довкілля.

Ключові слова: оцінка впливів на довкілля, екосистема, скринінг, скоупінг, альтернатива, участь громадськості, геоінформаційні еколого-техногеохімічні моделі, моніторинг довкілля, екологічний аудит, екологічний менеджмент, прийняття керівних рішень.

На основе сравнительного анализа процедур оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в ведущих странах Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии впервые научно обоснованы основные процедурные этапы выполнения ОВОС для Украины: скрининг, скоупинг, альтернативы, участие общественности, оценка экологической ситуации, которые должны выполняться до начала проектирования техногенно опасного объекта и сопровождать процесс его строительства и эксплуатации. Предложена новая методология определения современной экологической ситуации территории и объекта путем геоинформационного эколого-техногеохимического моделирования и прогнозирования состояния окружающей среды.

Ключевые слова: оценка воздействия на окружающую среду, экосистема, скрининг, скоупинг, альтернатива, участие общественности, геоинформационные эколого-техногеохимические модели, мониторинг окружающей среды, экологический аудит, экологический менеджмент, принятие руководящих решений.

Based on comparative analysis of the procedures of environmental impacts assessment (EIA) established in the leading countries such as Europe, Asia, Northern and Southern America, Africa and Australia the basic stages of the EIA implementation in Ukraine were grounded: screening, scoping, alternative, public participation, assessment of environmental situation. These stages are to be carried out in the beginning of any technogenic object planning and to accompany the process of its construction and exploitation. The new methods of determination of present environmental situation of territory and object by the means of geoinformational technogeochemical modeling and prognosis of the environmental situation are offered.

Keywords: environmental impacts assessment, screening, scoping, alternative, public participation, geoinformational environmental technogeochemical models, environmental monitoring, environmental auditing, environmental management, decision making.

Актуальність теми. Одним з пріоритетних напрямків національної безпеки України є забезпечення екологічно та техногенно безпечних умов життєдіяльності громадян і суспільства, збереження навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. Екологічна безпека держави ґрунтується на законах та нормативно-правових актах України і залежить від багатьох чинників, в тому числі й від впливів діяльності об'єктів господарювання на навколишнє середовище.

Щоб попередити погіршення екологічної обстановки та вийти на нормативно-безпечний рівень стану компонентів навколишнього середовища, необхідне проведення послідовної ефективної екологічної політики, спрямованої на захист життя і здоров'я людей, природних ресурсів, шляхом введення в дію екологічних законів та нормативно-правових і методичних документів. Невід'ємною складовою частиною такої політики в провідних країнах світу є систематична процедура *екологічної оцінки (ЕО)*, яка застосовується як інструмент превентивного екологічного регулювання господарської діяльності. Аналіз накопиченого міжнародного досвіду дозволяє встановити ряд загальних закономірностей, які роблять цей інструмент ефективним і мало залежним від умов конкретної країни.

Аналогом системи ЕО в Україні є екологічна експертиза, яка складається з *оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)* та державної екологічної експертизи. Основним законодавчим актом в галузі ЕО в Україні є Закон України «Про екологічну експертизу» (1995), а загальні вимоги до складання розділів матеріалів ОВНС визначені в Державних будівельних нормах (А-2.2-1-2003) [1, 4, 6].

Практика проведення ОВНС в Україні показала, що процедура ЕО поки що не стала процесом, який супроводжує всі стадії інвестиційного проекту, починаючи з моменту проектного задуму, як це прийнято у світовій практиці, до моменту впровадження діяльності та після реалізації проекту. Як правило, ОВНС в Україні – це окремий розділ до проектною документації, тобто оцінка впливів розпочинається, коли рішення про впровадження певної господарської діяльності вже фактично прийняте і земельна ділянка під будівництво – відведена. Тобто, ОВНС не передуює прийняттю рішення, не є його складовою, а здійснюється здебільшого – постфактум. При цьому, потенціал ОВНС значно втрачає у своїй економічній значимості, зберігаючи одночасно свою екологічну сутність.

Використовуючи світовий досвід ЕО, ми розробили науково-теоретичні основи ОВНС, впровадили її на кількох підприємствах різних галузей і пропонуємо застосовувати цю процедуру в Україні [2, 3, 5, 11].

Аналіз світового досвіду процедур екологічних оцінок виконано шляхом порівняння процедур ЕО на основі робіт Н.Лі, О.Черпа, К.Вуда, К.Кіркпатрика, К.Джорджа та ін. Вітчизняні дослідження в галузі ОВНС почалися з середини 90-х років (І.Б.Абрамов, Б.В.Солуха, С.В.Калиновський, А.Б.Кришук, В.Г.Левчій, В.О.Тихий, В.Г. Чунихин та ін). Автором виконано аналіз екологічного законодавства та процедур з ЕО Світового Банку і провідних країн усіх континентів: США, Канади, ФРН, Японії, Великої Британії, Латинської Америки та Карибського басейну, Гонконгу, Нідерландів, Данії, Фінляндії, Швеції, Ісландії, Норвегії, Ізраїлю, Південно-Африканської Республіки, Австралії та Океанії. Звичайно ж є багато відмінностей в процедурах ЕО цих країн, але спільним є те, що ЕО виконується до початку проектування і, таким чином, вона не залежна від інвестора.

Країни, що приєдналися або готуються до вступу в ЄС гармонізували своє законодавство в області навколишнього середовища з директивами ЄС. у нових незалежних державах – Азербайджані, Білорусі, Вірменії, Грузії, Казахстані, Киргизстані, Молдові, Росії, Таджикистані, Туркменістані, Україні, Узбекистані системи проведення ЕО є схожими, тому що вони ґрунтуються на системі державної екологічної експертизи, розробленої при колишньому Радянському Союзі. Усі ці країни заявили про своє бажання стати членами ЄС і приступили до гармонізації свого законодавства.

Методика досліджень. У загальному, у процесі ЕО ми виділяємо наступні процедури: 1) попередня екологічна оцінка впливів – скринінг; 2) визначення задач екологічної оцінки – скоупінг; 3) генералізація, порівняння та вибір альтернатив; 4) оцінка параметрів навколишнього середовища; 5) пом'якшення впливів; 6) прийняття рішення. Всі стадії ЕО супроводжуються залученням громадськості та зацікавлених сторін [1, 6, 10].

В міжнародних системах ЕО **скринінг** – це процедура визначення необхідності проведення ЕО для конкретного проекту або діяльності. Процедура скринінгу визначає, чи вимагає діяльність, яка планується, екологічної оцінки і, якщо так, то який рівень деталізації оцінки необхідно проводити. В Україні екологічну оцінку регламентує Закон України «Про екологічну експертизу» та Державні будівельні норми (ДБН А.2.2-1-2003). Однією з особливостей цього Закону є відсутність чітко регламентованого та диференційованого підходу до об'єктів різної складності та масштабів впливу на навколишнє середовище. Вибір об'єктів для проведення ОВНС здійснюється згідно переліку екологічно небезпечних видів діяльності. Цей підхід існує і в інших країнах, але він не є достатнім та не охоплює

інші види інвестиційної діяльності, які починають розвиватися в нашій державі та можуть негативно впливати на довкілля, а також не враховує типізацію можливих впливів, відношення об'єкту до екологічно чутливих зон, ймовірний масштаб впливу та вимоги зацікавлених сторін щодо проведення ЕО.

Наступний етап ЕО **скоупінг** – це процедура визначення задач, яка дозволяє виявити проблеми, що будуть важливі для ЕО, і знімає ті, які не є важливими. Тобто, цей етап спрямовує дослідження на певне коло проблем, дозволяє встановити мету та завдання досліджень, необхідних експертів з ЕО та зацікавлених сторін, часові рамки та бюджет робіт, що у свою чергу запобігає витрати часу і коштів на непотрібні дослідження. Для України ми пропонуємо впровадити процедуру скоупінгу, яка складається з послідовних взаємопов'язаних кроків [1, 4].

Процедура генерації альтернатив полягає в первісному формуванні всієї множини альтернатив, базуючись на досвіді зацікавлених сторін ЕО, а також на новітніх техніко-технологічних рішеннях, що можуть привести до досягнення мети проекту. Як тільки визначені фактори, що обмежують рішення за можливістю впровадження тої чи іншої альтернативи, наступним етапом є робота з генералізації визначених альтернатив або можливих напрямків дій для рішення проблеми. Багато альтернативних рішень звичайно відомі з попереднього досвіду, стандартні і легко вписуються в критеріальні границі кращого рішення. Процедура генералізації альтернатив, як правило, може проходити в три етапи: формування, оцінка і вибір альтернатив.

За результатами прогнозу та порівняння впливів на навколишнє середовище проводять вибір альтернативи, яка б була найбільш доцільна з точки зору охорони навколишнього середовища. При цьому інші альтернативи розглядаються в обов'язковому порядку, з метою подальшого прийняття рішення щодо впровадження запропонованої діяльності.

Проведений аналіз процедур ЕО, показав ще одну відмінність між вітчизняними ОВНС та західними екологічними оцінками, яка ґрунтується на постійній **участі громадськості** [7] на всіх її етапах з метою відкритості та прозорості даного процесу. Результатом цього етапу є поліпшення процесу прийняття рішень, прийнятність для зацікавлених сторін. Етап залучення громадськості вимагає значних затрат часу і зусиль, але без цього проекти рідко розробляються на надійній основі, зберігається ймовірність того, що вони викликають протести з боку зацікавленого населення. Між тим участь громадськості в процесі ОВНС в Україні має особливо велике значення через те, що, на відміну від законодавчих норм США чи ЄС, в нашій державі ОВНС готує не незалежний від інвестора державний природоохоронний орган, а проектна організація за завданням інвестора.

Наявність цих відмінностей проте не є правовою перешкодою до застосування «західних» процедур екологічної оцінки при умові добровільної згоди на це інвестора та розробника проекту і незалежного донорського фінансування участі громадськості в процесі ОВНС, як це засвідчили результати виконаного під керівництвом автора «Демонстраційного проекту оцінки впливів на навколишнє середовище розробки Пасічнянського нафтогазоконденсатного родовища» [1, 4].

В рамках цієї роботи в 2001 р. була створена робоча група для напрацювання проектів змін і подачі їх до державних органів України, що володіють правом законодавчої ініціативи. Ця група виконала системний аналіз українського законодавства з точки зору імплементації вимог і правил «західного» процесу ЕО в правове поле України і представила розроблені нею законодавчі пропозиції в Міністерство екології і природних ресурсів України і в Комітет з екологічної політики Верховної Ради України. Запропоновані доповнення і зміни до тридцяти статей п'ятьох законів України («Про інформацію», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про екологічну експертизу», «Про інвестиційну діяльність», «Про місцеве самоврядування») та тексту Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок проведення громадських слухань з питань об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку»).

Як результат роботи робочої групи, у квітні 2004 р. були затверджені та почали діяти нові Державні будівельні норми – ДБН А.2.2-1-2003. У цьому нормативному документі, процедура залучення громадськості відповідає європейським нормам, а в Посібнику до ДБН (одним з авторів якого є автор) надані основні прийоми по вивченню громадської думки та залученню громадськості в процедуру ОВНС [1, 7].

Таким чином, проведене наукове обґрунтування провідних процесуальних етапів екологічної оцінки техногенно небезпечних об'єктів та видів діяльності для їх впровадження в Україні дасть мож-

ливість значно покращити стан навколишнього середовища і соціально-економічну ситуацію, оскільки створюються конкретні правові умови для **прийняття рішень**, пов'язаних з впливом запланованої діяльності на довкілля, на рішення щодо розміщення та будівництва об'єктів, а особливо тих, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Результати досліджень. Рівень небезпеки технічного об'єкту для довкілля і здоров'я людини може бути різним – від найнезначнішого до критичного і навіть катастрофічного. При цьому сам рівень є досить невизначеним і, як правило, відповідає первинному екологічному стану довкілля, який був до будівництва промислового об'єкту. Тому, дуже важливим є створення системи екологічної безпеки, яка б дозволяла керувати прогнозними впливами, стежити за змінами екологічної ситуації, впроваджувати заходи мінімізації впливу та оцінювати їх. При цьому прийоми екологічного менеджменту повинні виводити підприємство на новий екологічно безпечний виток розвитку галузі. У системі екологічної безпеки інвестиційної діяльності, що розроблена нами, науково обґрунтовані кілька взаємопов'язаних блоків (рис. 1).

Виконавши порівняльний аналіз усіх можливих методологій оцінки екологічної ситуації, автором розроблена найбільш ефективна методологія **геоінформаційного еколого-техногеохімічного моделювання екологічних ситуацій**, яка базується на застосуванні ГІС-технологій для графічного накладання оціночних карт, як на ранніх стадіях ЕО, так і при порівнянні альтернатив. Побудова результуючої карти завершується в програмному середовищі ГІС шляхом накладання відповідної таблиці середовища (шару) і вони в автоматичному режимі накладаються шарами, розміщуючись один над одним. Як результат системного аналізу, отримують комплексну картографічну модель у ГІС-середовищі, яка відображає вплив на абіотичні, біотичні, соціальні та техногенні чинники. У подальшому, ця карта дає просторове уявлення для прийняття найбільш доцільної альтернативи при проведенні ОВНС. Запропонована модель включає усі компоненти навколишнього середовища і автоматично враховує їх зміни під впливом природних і техногенних чинників.

Важливим етапом системи екологічної безпеки є процедура *екологічний менеджмент* – це керований контроль за екологічно безпечною діяльністю підприємства та реалізація запропонованих природоохоронних рішень з метою збереження навколишнього середовища та захисту населення від негативних впливів та пов'язаних з ними захворювань. Екологічний менеджмент базується на системі стандартів ISO 14000. До основних функцій екологічного менеджменту ми відносимо: обґрунтування екологічної політики і зобов'язань підприємства; планування екологічної діяльності; організація внутрішньої і зовнішньої екологічної діяльності; управління персоналом; управління впливами на навколишнє середовище та використання ресурсів; внутрішній екологічний моніторинг і екологічної аудиту; аналіз і оцінка результатів екологічної діяльності; перегляд і вдосконалення системи екологічного менеджменту.

Оцінка екологічної безпеки запропонованої діяльності проводиться, базуючись на сумарній прогнозній оцінці двома шляхами:

- порівняння прогносної оцінки (O_n) з фоновою (O^{ϕ}) для встановлення ступеню впливу запропонованої діяльності на стан території;
- прогнозна оцінка (O_n) застосовується для визначення санітарно-екологічної ємності середовища, необхідної інженерно-екологічної підготовки території для будівництва, ефективності захисних систем установок і обладнання, а також розрахунку гранично допустимих викидів і скидів.

З метою гармонічного поєднання систем ОВНС та екологічного менеджменту автор пропонує розроблення «Плану екологічного менеджменту» (або «Плану дій»), який містить інформацію щодо визначеної під час ОВНС проблеми, шляхів її вирішення, часу реалізації природоохоронних заходів, методів екологічного аудиту прийнятих рішень. Такі плани розроблялися та впроваджувалися нами при ОВНС розробки нафтогазових родовищ та туристичних комплексів [8, 9].

Висновки. Виконаний автором аналіз процедур ОВНС в Україні показав, що в нашій державі поки що методологічно не забезпечена підтримка процесу прийняття рішень, необхідних для реалізації ефективної національної природоохоронної політики. Головні причини цього – в самій методології. По-перше, у практиці реалізації ОВНС відсутній інтегральний кількісний критерій, який характеризує зміну якості навколишнього природного середовища. По-друге, все ускладнюється через на-

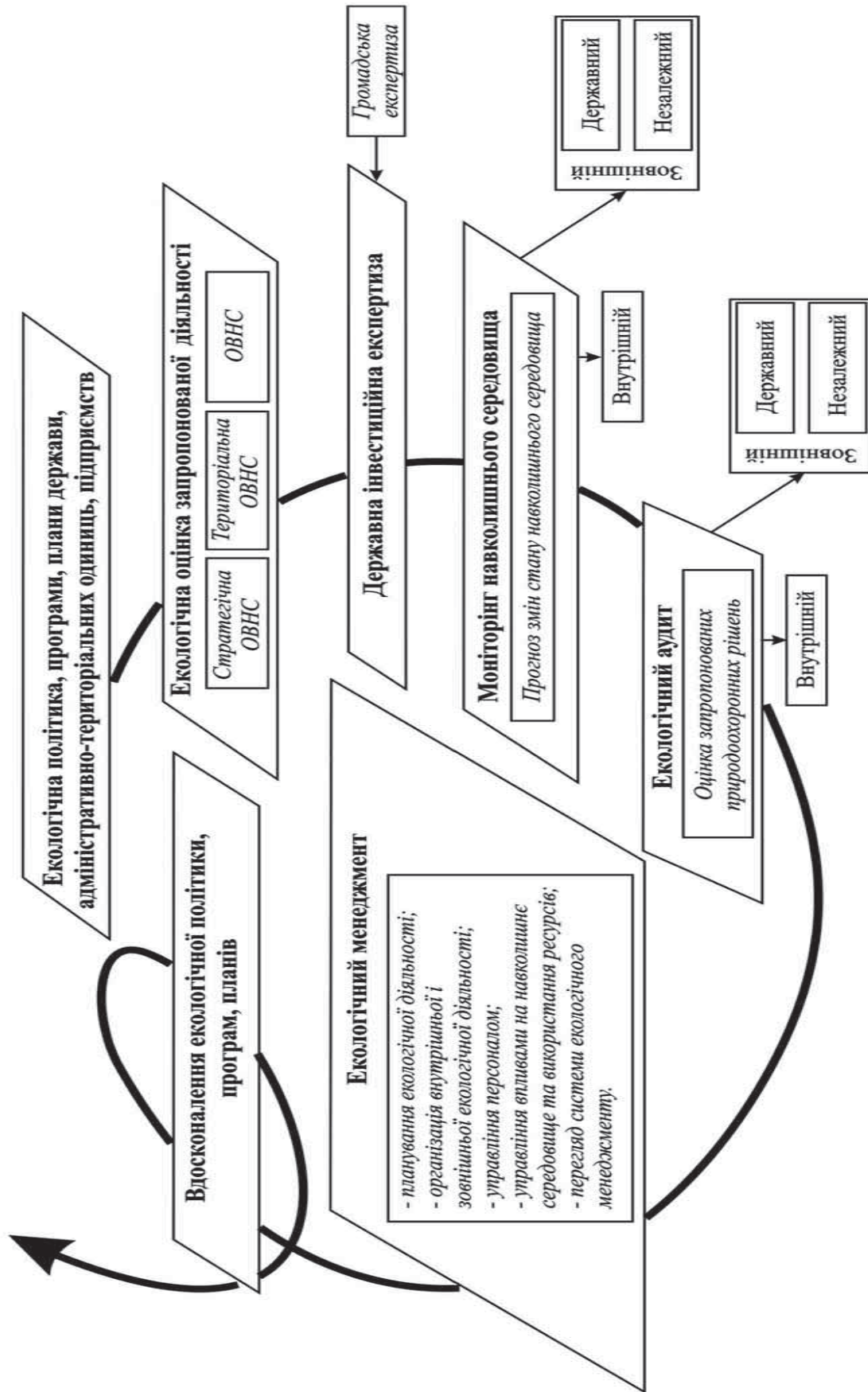


Рис. 1. Система екологічної безпеки України

громадження великих масивів даних щодо параметрів довкілля, які, зрештою, не узагальнюються через відсутність методологічної бази оцінок сучасної екологічної ситуації і не використовуються під час прийняття природоохоронних рішень. І тому, для вибору альтернативи і прийняття рішень в складі процедур екологічної оцінки автором запропонована **методологія прийняття рішення в системі ОВНС**.

Професійно прийняте рішення базується на правильному уявленні ситуації, розумінні структури і комплексного (системного) характеру її складових, врахуванні основних чинників і тенденцій, визначенні шляхів ефективного досягнення поставлених цілей.

Аналізуючи проблему прийняття рішення з екологічної оцінки та екологічної експертизи, нами встановлено, що підготовка рішення здійснюється на основі усїєї сукупності інформації про ситуацію, її ретельного аналізу та оцінок, при цьому генеральна роль належить визначенню мети запропонованої діяльності. Тільки після її визначення можна виявити фактори, закономірності та ресурси, які впливають на розвиток ситуації. Враховуючи вище означене, автором роботи запропонована блок-схема експертної технології прийняття рішення для процедури ОВНС. Вона базується на єдиному математичному апараті – багатокритеріальній теорії корисності (БКТК) (Литвак Б.Г., 1979) з визначенням функції корисності залежно від переваг експертів. Одержані результати дозволяють оцінювати будь-які альтернативи, у тому числі і ті, що можуть виникати при подальшому їх розгляді.

Рішення щодо впровадження техногенно безпечної інвестиційної діяльності приймається на основі інженерних можливостей, економічної доцільності та екологічної безпеки з врахуванням запропонованих альтернатив. Для вирішення цього завдання пропонується використовувати розрахунки окремих функцій корисності для кожної альтернативи та критеріями за формулою:

$$P = U_{\text{Інж.}}^{A_n} (C_i^{\text{Інж.}}) + U_{\text{Екон.}}^{A_n} (C_j^{\text{Екон.}}) + U_{\text{Екол.}}^{A_n} (C_k^{\text{Екол.}}), \quad (1)$$

де P – прийняття рішення;

$U_{\text{Інж.}}^{A_n} (C_i^{\text{Інж.}})$ – функція корисності n -их альтернатив за i -тими критеріями інженерних можливостей та вимог щодо запропонованої діяльності;

$U_{\text{Екон.}}^{A_n} (C_j^{\text{Екон.}})$ – функція корисності n -их альтернатив за j -тими критеріями економічної можливості та доцільності щодо запропонованої діяльності;

$U_{\text{Екол.}}^{A_n} (C_k^{\text{Екол.}})$ – функція корисності n -их альтернатив за k -тими критеріями екологічної безпеки щодо запропонованої діяльності.

Усе викладене дозволяє стверджувати, що запропонована система екологічної безпеки України є самодостатньою і повною моделлю, що охоплює усі можливі природні і техногенні компоненти та різноманітні впливи на них. Ця система побудована з використанням найсучасніших ГІС-технологій є інформаційно-аналітичним та прогнозно-керуючим інструментом прийняття рішення щодо впровадження інвестиційних проектів, а також дозволяє науково обґрунтовано керувати державною екологічною безпекою України як в цілому, так і окремими її адміністративно-територіальними, фізико-географічними, промисловими або природно-техногенними об'єктами.

Література

1. Абрамов І.Б. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2-1-2003) / І.Б.Абрамов, Я.О.Адаменко, В.Г.Левчій [та ін.]. – Харків : Харківське державне відділення комплексних досліджень і оцінки впливу на навколишнє середовище інституту „УкрНДІПНТВ” Держбуду України, 2002. – Ч.1. – 156 с.; Ч. 2. – 220 с.
2. Адаменко О.М. Екологія міста Івано-Франківська : монографія / О.М.Адаменко, Є.І.Крижанівський, Я.О.Адаменко [та ін.]. – Івано-Франківськ : Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.
3. Адаменко Я.О. До процесу оцінки впливів на навколишнє середовище / Я.О. Адаменко, О.Г. Калінкін // Нафтова і газова промисловість. – 1999. – № 1. – С. 60-62.
4. Адаменко Я.О. Демонстраційний проект оцінки впливів на навколишнє середовище розробки Пасічнянського нафтогазоконденсатного родовища / Я.О.Адаменко, Г.С.Долгопола, Ч.Брешер [та ін.]

// Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ : держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. ; сер.: Техногенна безпека. – Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 2000. – Вип. 37. – Т. 10. – С. 29-33.

5. Адаменко Я.О. Вплив експлуатації Бориславського нафтового родовища на довкілля / Я.О.Адаменко, А.А.Пилипенко, Л.М.Консевич, О.М.Журавель // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ : держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. ; Сер.: Геологія та розвідка нафтових і газових родовищ. Розвідувальна та промислова геологія. – Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 2000. – Вип. 37. – Ч.1. – С. 153-156.

6. Адаменко Я.О. Досвід проведення демонстраційного проекту ОВНС в Івано-Франківській області / Я.О. Адаменко // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К. : Веселка. – 2002. – С. 99-128.

7. Адаменко Я.О. Участь громадськості в інвестиційних процесах / Я.О. Адаменко, Г.Є. Долгопола // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К. : Веселка. – 2002. – С. 128-134.

8. Адаменко Я.О. Особливості оцінки впливу на навколишнє середовище об'єктів туристично-рекреаційної діяльності у високогір'ї Карпат / Я.О. Адаменко, О.Р. Стельмах // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К.: Веселка. – 2002. – С. 136-143.

9. Адаменко Я.О. Оцінка впливу антропогенного комплексу «Буковель» на водне середовище / Я.О. Адаменко, Л.М. Консевич // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки «Галицька академія». – Івано-Франківськ, 2004. – №2(6). – С. 158-167.

10. Адаменко Я.О. Оцінка впливів освоєння нафтогазоконденсатних родовищ на навколишнє середовище / Я.О. Адаменко, Т.В. Кундельська, М.М. Николяк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2005. – № 3(16). – С. 53-58.

11. Рудько Г.І. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при експлуатації Новосхідницького нафтового родовища / Г.І.Рудько, Я.О.Адаменко, А.А.Пилипенко [та ін.] // Геоecологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону : зб. наук. праць. – Івано-Франківськ : ЕКОР, 1998. – С. 149-196.

ВІЙСЬКОВА ЕКОЛОГІЯ

УДК 551.02

Зорін Д.О., Манюк О.Р.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ВПЛИВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Активна діяльність Збройних сил України сьогодні обумовлюється значним техногенним впливом на навколишнє середовище. Експлуатація озброєння і техніки, комунальних споруд військових містечок, проведення військових тренувань і навчань повинні здійснюватися в умовах суворого дотримання норм природоохоронного законодавства України.

Ключові слова: Збройні сили України, техногенний вплив, військові містечка, природоохоронне законодавство.

Активная деятельность Вооруженных сил Украины сегодня обусловлена значительным техногенным влиянием на окружающую среду. Эксплуатация вооружений и техники, коммунальных

// Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ : держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. ; сер.: Техногенна безпека. – Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 2000. – Вип. 37. – Т. 10. – С. 29-33.

5. Адаменко Я.О. Вплив експлуатації Бориславського нафтового родовища на довкілля / Я.О.Адаменко, А.А.Пилипенко, Л.М.Консевич, О.М.Журавель // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ : держ. міжвідомч. наук.-техн. зб. ; Сер.: Геологія та розвідка нафтових і газових родовищ. Розвідувальна та промислова геологія. – Івано-Франківськ : ІФДТУНГ, 2000. – Вип. 37. – Ч.1. – С. 153-156.

6. Адаменко Я.О. Досвід проведення демонстраційного проекту ОВНС в Івано-Франківській області / Я.О. Адаменко // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К. : Веселка. – 2002. – С. 99-128.

7. Адаменко Я.О. Участь громадськості в інвестиційних процесах / Я.О. Адаменко, Г.Є. Долгопола // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К. : Веселка. – 2002. – С. 128-134.

8. Адаменко Я.О. Особливості оцінки впливу на навколишнє середовище об'єктів туристично-рекреаційної діяльності у високогір'ї Карпат / Я.О. Адаменко, О.Р. Стельмах // Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище : збірник матеріалів. – К.: Веселка. – 2002. – С. 136-143.

9. Адаменко Я.О. Оцінка впливу антропогенного комплексу «Буковель» на водне середовище / Я.О. Адаменко, Л.М. Консевич // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки «Галицька академія». – Івано-Франківськ, 2004. – №2(6). – С. 158-167.

10. Адаменко Я.О. Оцінка впливів освоєння нафтогазоконденсатних родовищ на навколишнє середовище / Я.О. Адаменко, Т.В. Кундельська, М.М. Николяк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2005. – № 3(16). – С. 53-58.

11. Рудько Г.І. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при експлуатації Новосхідницького нафтового родовища / Г.І.Рудько, Я.О.Адаменко, А.А.Пилипенко [та ін.] // Геоecологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону : зб. наук. праць. – Івано-Франківськ : ЕКОР, 1998. – С. 149-196.

ВІЙСЬКОВА ЕКОЛОГІЯ

УДК 551.02

Зорін Д.О., Манюк О.Р.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ВПЛИВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Активна діяльність Збройних сил України сьогодні обумовлюється значним техногенним впливом на навколишнє середовище. Експлуатація озброєння і техніки, комунальних споруд військових містечок, проведення військових тренувань і навчань повинні здійснюватися в умовах суворого дотримання норм природоохоронного законодавства України.

Ключові слова: Збройні сили України, техногенний вплив, військові містечка, природоохоронне законодавство.

Активная деятельность Вооруженных сил Украины сегодня обусловлена значительным техногенным влиянием на окружающую среду. Эксплуатация вооружений и техники, коммунальных

сооружений воинских городков, проведение воинских тренировок и учений должны осуществляться в условиях строгого соблюдения норм природоохранного законодательства Украины.

Ключевые слова: Вооруженные силы Украины, техногенное влияние, воинские городки, природоохранное законодательство.

Active activity of Military powers of Ukraine is today conditioned by considerable technogenic influence on environmental surrounding. The exploitation of armaments and technique, communal buildings of military mini-towns, conducting of military trainings and studies must be carried out in the conditions of adherence norms of nature protection legislation of Ukraine.

Keywords: Military powers Ukraine, technogenic influencing, military mini-towns, nature protection legislation.

Актуальність теми. Діяльність Збройних Сил України в галузі охорони довкілля повинна забезпечувати всі необхідні передумови для того, щоб і повсякденна військова діяльність в мирний час стала настільки екологічно сприятливою, наскільки це можливо з огляду на вимоги до бойової підготовки військ та виконання основних завдань [1-3]. Бойова підготовка є основним змістом повсякденної діяльності військ у мирний час. Вона організовується і проводиться з метою навчання військовослужбовців, підрозділів і військових частин, успішному виконанню бойових задач у будь-яких умовах оперативно-тактичної обстановки.

Характер забруднення навколишнього природного середовища, що виникає внаслідок проведення заходів бойової підготовки, є специфічним для його складових і обумовлюється особливостями застосування систем зброї і військової техніки та виконанням планів бойової підготовки. Вплив на навколишнє середовище тісно пов'язаний із властивостями систем зброї і військової техніки та обладнання. Це: викиди в повітря, скиди в поверхневі та ґрунтові води, використання хімічних речовин, шум і вплив на ландшафт. Системи зброї і військова техніка та обладнання, що закуповуються сьогодні, у багатьох випадках будуть використовуватися і після 2020 року. Головне завдання, це – врахування екологічних вимог при придбанні систем зброї і військової техніки. А це приведе до зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище технічних систем, які будуть використовуватися в майбутньому.

Методика та результати досліджень. Військова частина складається з двох основних компонентів: військового містечка та навчальних військових об'єктів.

Військове містечко – це територія з розташованими на ній будинками і спорудами, призначеними для розміщення однієї чи декількох військових частин, установ, військово-навчальних закладів. Військове містечко і навчальні об'єкти є частинами техносфери, що тісно взаємодіють з екосистемою конкретної території. Для вивчення цієї взаємодії слід розглядати сукупний комплекс природного середовища і його технічного насичення як єдину складну військову природно-техногенну геосистему.

Використовуючи поняття військової технічної системи, екосистеми та природно-техногенної геосистеми, введемо термін військової природно-техногенної геосистеми (ВПТГС), що представляє собою сукупність компонентів навколишнього природного середовища і військового об'єкту з його інфраструктурою, які знаходяться в єдиному полі масо-, енерго- та інформаційного обміну і мають здатність до саморегуляції та гармонізації природних процесів.

Військова екологічна система – це відкрита природно-техногенна система, що включає особовий склад, озброєння і військову техніку, військові об'єкти та оточуюче їх навколишнє природне середовище, що знаходяться між собою в режимі масоенергоінформаційного обміну в районах постійної чи тимчасової дислокації та в районах виконання задач бойової підготовки, виконання миротворчих місій та інших бойових задач військ.

Військова екосистема складається з таких головних компонентів [5]:

- особовий склад військових частин і підрозділів, що знаходяться на території військової екосистеми;
- військова інфраструктура;
- системи зброї і військова техніка, які застосовуються на території військової екосистеми;

- навколишнє природне середовище військової екосистеми;
- елементи біотопу (повітряне середовище, поверхневі води, ґрунтові води, ґрунт);
- елементи біоценозу (фітоценоз, зооценоз, мікоценоз, мікробіоценоз).

Джерелом воєнно-техногенного впливу у військовій екосистемі виступають об'єкти військової інфраструктури та військова техніка і системи зброї. У таблиці 1 наведено ієрархічну схему, в якій представлені головні функціональні зони та об'єкти військової інфраструктури. Військове містечко складається зі службово-казарменної, технічної і житлової зон.

У службово-казарменній зоні розташовуються: штаби, казарми, навчальні класи, вартові приміщення, солдатські їдальні, клуби, медпункти.

У технічній зоні знаходяться: парки з бойовою і спеціальною технікою, склади, майстерні та інші спеціальні об'єкти.

У житловій зоні: будинки для офіцерів, прапорщиків, цивільного персоналу та членів їх родин, підприємства побутового обслуговування.

Навчальні об'єкти (навчальні поля, стрільбища, директриси, танкодроми, автодроми) є елементами зони бойової підготовки і розташовуються поза територією військового містечка.

Під забрудненням довкілля військового походження слід розуміти зміну властивостей складових середовища (хімічних, механічних, фізичних, біологічних і пов'язаних з ними інформаційних), яка відбувається як наслідок воєнно-техногенного навантаження, що спричиняють погіршення функцій складових навколишнього природного середовища стосовно живих об'єктів біосфери (людей, біологічних організмів, біоценозів тощо).

Таблиця 1

Структура джерел воєнно-техногенного впливу та специфічних зон воєнно-техногенного навантаження

ВІЙСЬКОВА ЧАСТИНА			
Військове містечко			Навчальний об'єкт
Житлова зона	Службово-казарменна частина	Технічна зона	Зона бойової підготовки
Будинок особового складу	Штаб	Парки військової техніки	Зона бойової підготовки
Підприємства побутового обслуговування	Казарми	Майстерні	Навчальні містечка
Інші приміщення	Учбові класи	Склади	Вогневі комплекси
	Караульні приміщення		Вогневі містечка
	Їдальні		Стрільбища
	Медпункт		Директриси
	Клуб		Танкодром
	Лазня		Автодром
	Пральня		Інші об'єкти

Джерело забруднення природного середовища воєнного походження – це військовий об'єкт, від якого забруднення надходить у навколишнє природне середовище. Цей об'єкт можна назвати джерелом воєнно-техногенного впливу. Джерелами забруднення природного середовища військової екосистеми є [4]:

- об'єкти комунально-побутового призначення;
- об'єкти забезпечення життєдіяльності;
- райони і місця проведення бойової підготовки;
- озброєння і військова техніка.

Об'єкти перших двох типів можуть бути віднесені до джерел забруднень, що є характерними для всіх військових частин. Об'єкти двох останніх типів мають значну специфіку в залежності від їхньої приналежності до видів збройних сил і родів військ.

До джерел забруднення, характерних для військових частин усіх видів збройних сил і родів військ, можуть бути віднесені:

- казарменний і житловий фонд;
- котельні, харчоблоки, медпункти, пральні, лазні;
- системи каналізації, очисні споруди;
- підсобні господарства;
- транспортні засоби загального призначення;
- пункти технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів і спеціальної техніки;
- заправні пункти, пункти зарядки акумуляторів, компресорні станції, склади.
- місця збору побутових відходів і сміття.

Ці джерела діють постійно і мало відрізняються один від одного незалежно від їхньої природи. Тому їх можна умовно назвати військово-побутовими джерелами забруднення. Вони мало відрізняються від аналогічних джерел цивільних відомств. Разом з тим, ці джерела слід віднести до найбільш несприятливих з погляду частоти порушення природоохоронного законодавства.

Військова частина у своїй повсякденній діяльності безперервно впливає на навколишнє природне середовище, на жаль, в основному негативно. Для виявлення і аналізу цього впливу доцільно виділити дві групи заходів – господарсько-побутова повсякденна діяльність і бойова підготовка.

До заходів господарсько-побутової повсякденної діяльності відносяться заходи щодо створення та підтримки необхідних умов життя і побуту військовослужбовців, постачання їх усіма видами забезпечення, підтримки в справному стані систем зброї і військової техніки [1, 3].

Ці заходи містять у собі:

- обладнання й експлуатацію казарменого, адміністративного і житлового фондів військового містечка, споруд, систем і пристроїв комунально-побутового, господарського, медичного, матеріально-технічного і природоохоронного призначення;
- забезпечення умов життєдіяльності особового складу військової частини і населення військового містечка;
- проведення технічного обслуговування і ремонту систем зброї і військової техніки;
- створення і підтримка об'єктів учбово-матеріальної бази тощо.

Висновки. Джерелами впливу на навколишнє природне середовище полігону (навчального центру) є озброєння, військова техніка й особовий склад військових частин та підрозділів, що проходять бойову підготовку на навчальних об'єктах.

Розглянемо основні воєнно-техногенні фактори впливу, які є характерними для заходів бойової підготовки в результаті застосування різних видів систем зброї і військової техніки та дамо їм коротку характеристику. Первинними джерелами забруднення важкими металами, вуглеводневими і хімічними забруднювачами виступають різноманітні види систем зброї та військової техніки, які можна класифікувати на такі основні групи:

- боєприпаси – артилерійські боєприпаси, бомби, ракетне озброєння;
- тактична зброя – стрілецька та артилерійська;
- військова техніка – гусенична, колісна;
- авіаційна техніка – літаки, гелікоптери;
- корабельна техніка.

Забруднення навколишнього природного середовища безпосередньо пов'язане з утворенням відходів і викидів у результаті експлуатації і застосування систем зброї і військової техніки, транспортних засобів. Транспортна база озброєння і бойової техніки є основним джерелом забруднення природного середовища. Вона прямо пов'язана з такими забрудненнями:

- хімічне забруднення атмосфери (викиди відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання);
- ушкодження і знищення рослинності;
- руйнування ґрунтового покриву;

- шуми і вібрації.

Рівні забруднення залежать від інтенсивності і просторово-часових масштабів застосування:

- гусеничної техніки (танків, бойових машин піхоти, самохідних артилерійських гармат, зенітних установок);

- колісної техніки (бронетранспортерів, спеціальних і транспортних автомобілів).

При проведенні польових занять і навчань мають місце значні забруднення рослинності, ґрунту, водоєм нафтопродуктами й маслами (при заправці, обслуговуванні та роботі техніки в результаті витоків і розливу палива і паливно-мастильних матеріалів).

Усі ці негативні впливи необхідно не тільки враховувати, а й не допускати при усіх видах військової діяльності в мирний час.

Література

1. Артем'єв С.Р. Основи екологічної безпеки військ : курс лекцій / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв та ін. – Харків : ХІТВ, 2003. – 80 с.
2. Артем'єв С.Р. Забезпечення екологічної безпеки під час виконання заходів бойової підготовки військ : навчальний посібник / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв. – Харків, 2004. – 40 с.
3. Артем'єв С.Р. Забезпечення екологічної безпеки під час експлуатації військової техніки. Навчальний посібник / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв. – Харків, 2004. – 28 с.
4. Зорін Д.О. Військова екологія. Конспект лекцій / Д.О. Зорін. – Івано-Франківськ : Факел, 2010. – 68 с.
5. Напрямки вдосконалення природоохоронної діяльності в Збройних Силах України. Науково-методичний посібник / За редакцією О.І. Лисенка, С.М. Чумаченка, Ю.І. Ситника. – К.: ННДЦ ОТ і ВБ України, 2006. – 424 с.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ

УДК 28.8

Зоріна Н.О.

*Івано-Франківській національний
технічний університет нафти і газу*

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УНІВЕРСИТЕТІ НАФТИ І ГАЗУ

Психолого-педагогічна, професійна та виховна робота поєднується в процесі підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів в університеті нафти і газу. Екологічна освіта на Прикарпатті розпочалась на початку 90-х років ХХ століття як складова науково-виробничої діяльності Карпатського інженерно-екологічного центру та Інституту екологічного моніторингу.

Ключові слова: психолого-педагогічні знання, національна еліта, екологічна освіта, гуманізація освіти, моніторинг довкілля, бакалавр, спеціаліст, магістр.

Психолого-педагогическая, профессиональная и воспитательная работа объединяется в процессе подготовки бакалавров, специалистов и магистров в университете нефти и газа. Экологическое образование на Прикарпатье началось в 90-х годах ХХ столетия как составная часть научно-производственной деятельности Карпатского инженерно-экологического центра и Института экологического мониторинга.

- шуми і вібрації.

Рівні забруднення залежать від інтенсивності і просторово-часових масштабів застосування:

- гусеничної техніки (танків, бойових машин піхоти, самохідних артилерійських гармат, зенітних установок);

- колісної техніки (бронетранспортерів, спеціальних і транспортних автомобілів).

При проведенні польових занять і навчань мають місце значні забруднення рослинності, ґрунту, водоєм нафтопродуктами й маслами (при заправці, обслуговуванні та роботі техніки в результаті витоків і розливу палива і паливно-мастильних матеріалів).

Усі ці негативні впливи необхідно не тільки враховувати, а й не допускати при усіх видах військової діяльності в мирний час.

Література

1. Артем'єв С.Р. Основи екологічної безпеки військ : курс лекцій / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв та ін. – Харків : ХІТВ, 2003. – 80 с.
2. Артем'єв С.Р. Забезпечення екологічної безпеки під час виконання заходів бойової підготовки військ : навчальний посібник / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв. – Харків, 2004. – 40 с.
3. Артем'єв С.Р. Забезпечення екологічної безпеки під час експлуатації військової техніки. Навчальний посібник / С.Р. Артем'єв, О.І. Вальченко, А.Г. Карєєв. – Харків, 2004. – 28 с.
4. Зорін Д.О. Військова екологія. Конспект лекцій / Д.О. Зорін. – Івано-Франківськ : Факел, 2010. – 68 с.
5. Напрямки вдосконалення природоохоронної діяльності в Збройних Силах України. Науково-методичний посібник / За редакцією О.І. Лисенка, С.М. Чумаченка, Ю.І. Ситника. – К.: ННДЦ ОТ і ВБ України, 2006. – 424 с.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ

УДК 28.8

Зоріна Н.О.

*Івано-Франківській національний
технічний університет нафти і газу*

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УНІВЕРСИТЕТІ НАФТИ І ГАЗУ

Психолого-педагогічна, професійна та виховна робота поєднується в процесі підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів в університеті нафти і газу. Екологічна освіта на Прикарпатті розпочалась на початку 90-х років ХХ століття як складова науково-виробничої діяльності Карпатського інженерно-екологічного центру та Інституту екологічного моніторингу.

Ключові слова: психолого-педагогічні знання, національна еліта, екологічна освіта, гуманізація освіти, моніторинг довкілля, бакалавр, спеціаліст, магістр.

Психолого-педагогическая, профессиональная и воспитательная работа объединяется в процессе подготовки бакалавров, специалистов и магистров в университете нефти и газа. Экологическое образование на Прикарпатье началось в 90-х годах ХХ столетия как составная часть научно-производственной деятельности Карпатского инженерно-экологического центра и Института экологического мониторинга.

Ключевые слова: психолого-педагогические знания, национальная элита, экологическая наука и образование, гуманизация образования, мониторинг окружающей среды, бакалавр, специалист, магистр.

Psychological-pedagogical professional and educate work unites in the process of preparation of bachelors, specialists and master's degrees in the university of oil and gas. Ecological education on Pricarpatti began at the beginning of 90th years XX of age as a constituent of naucovo-virobnichoi activity of Carpathians centre of ecological-ingeniring Institute of the ecological monitoring.

Keywords: psychological-pedagogical knowledge, national elite, ecological science and education, humanization of education, monitoring of environment, bachelor, specialist, master's degree.

Постановка проблеми. В умовах реформування вищої освіти в Україні пріоритетна увага має даватися підготовці нової генерації педагогічних і науково-педагогічних кадрів – національної еліти, яка здатна оволодіти новою освітньо-світоглядною парадигмою національно-державного творення, гуманного піднесення самодостатньої особистості вихованця. Однією з передумов вирішення цього надзвичайно важливого і складного завдання є підвищення рівня психологічної культури, зокрема через опанування майбутніми викладачами ВНЗ ґрунтовними психолого-педагогічними знаннями, вміннями і навичками.

Сучасний етап розвитку людської цивілізації посилює вимоги до наукової компетентності фахівця з вищою освітою. Він повинен уміти творчо мислити, самостійно поповнювати свої знання, орієнтуватися в бурхливому потоці наукової інформації. Необхідність підвищення рівня наукової підготовки є характерною ознакою сьогодення і в галузі професійної педагогічної діяльності. Безперечно, педагогіка вищої школи здатна забезпечити науковий підхід до сучасного навчального процесу, визначити його закономірності, а також виявити найбільш оптимальні форми, методи, засоби навчання і виховання особистості у вищій школі (рис. 1-4).

Мета і задачі досліджень. Процес підготовки нової генерації науковців, здатних позитивно впливати на суспільний розвиток, потребує зростання якості знань, збереження національної культури, озброєння основами професійної майстерності щодо виникнення нових функцій педагогіки вищої школи. У зв'язку з цим відбувається суттєве оновлення професійно-педагогічної підготовки майбутніх фахівців. Це оновлення стосується питань філософсько-методологічного, наукового і методичного забезпечення, підґрунтям яких є демократизація та гуманізація національної освіти. Стандартизація та комп'ютеризація сфер життя вимагає істотних змін щодо усталених позицій, які склалися в галузях

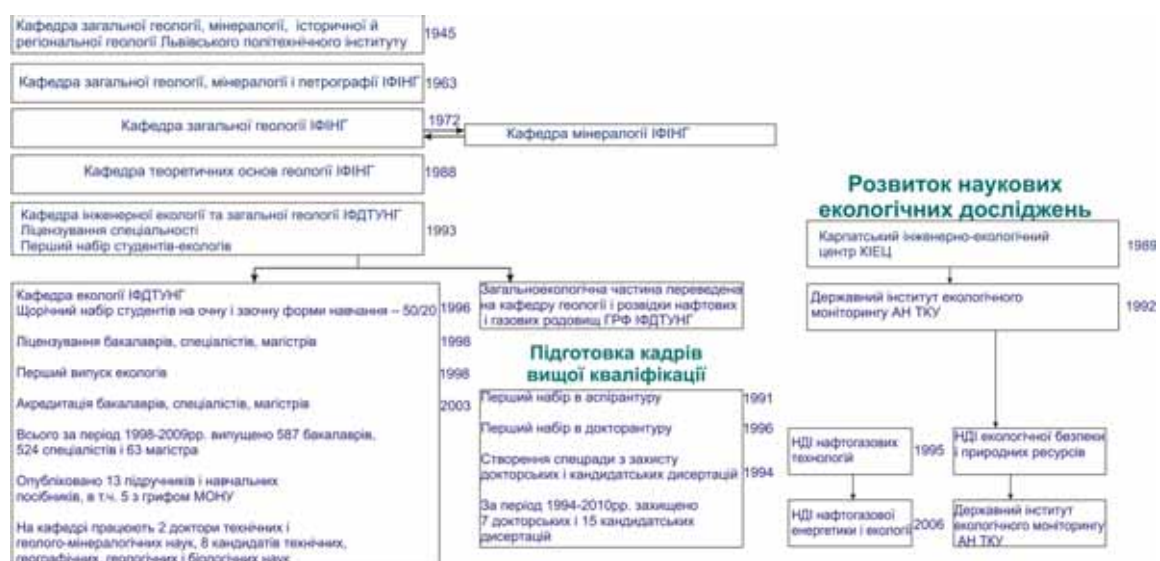


Рис. 1. Розвиток екологічної освіти в ІФНТУНГ

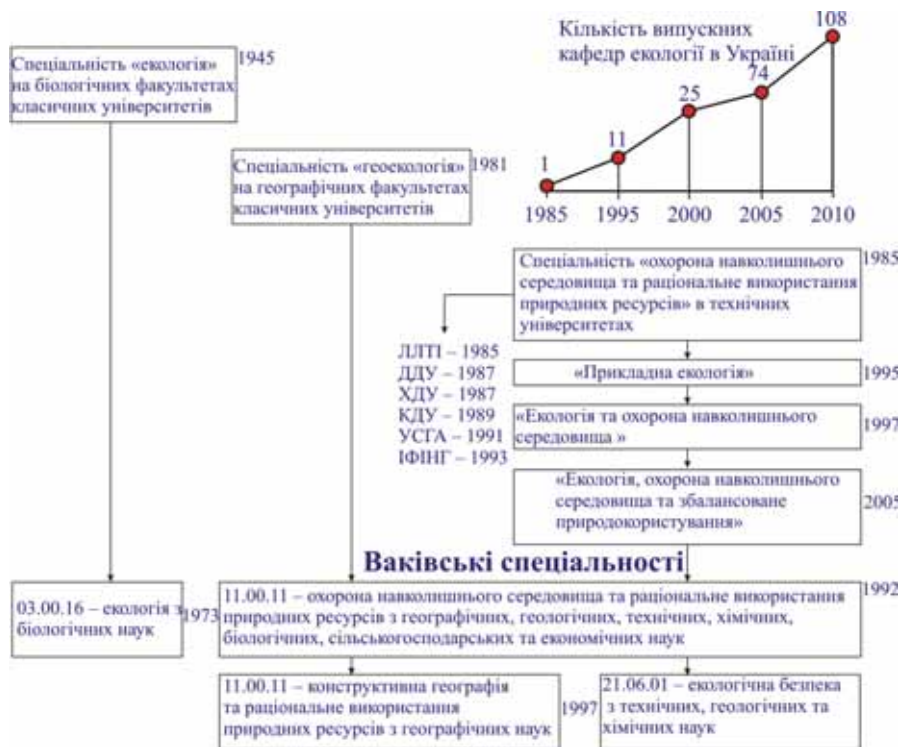


Рис. 2. Розвиток екологічної освіти в Україні

науки. Курс психології та педагогіки вищої школи є теоретичною основою психологічної підготовки студентів-магістрантів і аспірантів до майбутньої науково-педагогічної діяльності.

Результати досліджень. Екологічна освіта в Івано-Франківському інституті нафти і газу (ІФІНГ), а в решті-решт і в Україні – розвивалась у три етапи: перший – пробні курси “Основа екології” для деяких спеціальностей, другий – це поширення дисципліни “Основи екології” на усі спеціальності вищих навчальних закладів і третій – підготовка фахівців (бакалаврів-спеціалістів-магістрів) з екології та охорони навколишнього середовища. Відповідно до цих етапів у нас, в ІФІНГ, а потім в державному, і нарешті в національному технічному університеті нафти і газу, відбувалась зміна кафедр: перший етап екологічної освіти ми проходили на кафедрі теоретичних основ геології, другий – на кафедрі інженерної екології та загальної геології і третій – на кафедрі екології (рис. 1).

Кафедра теоретичних основ геології (ТОГ) була створена в ІФІНГ у 1988 р. з ініціативи доктора геолого-мінералогічних наук, професора Веніаміна Михайловича Клярівського на базі кафедри загальної геології і проіснувала до 1992 р. Назву запропонував перший проректор кандидат геолого-мінералогічних наук, професор Василь Петрович Степанюк. У 1992 р. ця кафедра була перетворена в кафедру інженерної екології та загальної геології. У березні 1988 р. завідувачем кафедри ТОГ обрали доктора геолого-мінералогічних наук, професора О.М. Адаменка.

Колектив: доктор геолого-мінералогічних наук, професор Ісаак Ізраїлевич Едельштейн, кандидати геолого-мінералогічних наук, доценти Орест Іванович Антонішин, Леонід Васильович Башкіров, Галина Петрівна Волобуєва, Олександр Васильович Максимов, Анатолій Андрійович Пилипенко, Олександр Дмитрович Мельник, молоді кандидати-доценти (бувші аспіранти О.М. Адаменка) Галина Денисівна Гродецька-Горванко і Орест Романович Стельмах, асистенти Лілія Василівна Максимова, Єлизавета Аркадіївна Бригіневич, Людмила Василівна Горбунова, Галина Нарейрівна Азроян, інженер Віктор Коленченко та багато інших інженерів, що працювали на кафедрі за рахунок науково-дослідних робіт. Колектив великий, а не вирішених проблем було багато. Перш за все було проведено кілька засідань кафедри, на яких з’ясувалось, з яких дисциплін не має методичних розробок, які дисципліни не забезпечені підручниками в достатній кількості. До весни 1989 р. були ліквідовані усі недоліки. Але найбільша проблема була з польовими навчальними геологічними практиками – ознайом-

чою після першого курсу і зйомочною – після другого. На кафедрі йшли безкінечні дискусії і спори, де і як проводити ці практики: в Криму чи в Карпатах? Врешті-решт ректору набридли ці спори і їздити в Крим нам заборонили, бо не має коштів.

Повернемось до екології, як обов'язкової дисципліни для всіх спеціальностей, про що згадувалось вище. Ректор Б.Г.Тарасов схвально поставився до пропозиції О.М.Адаменка. Він запропонував, щоб у травні 1989 р., коли вносять зміни до робочих навчальних планів (так званих РУПів – російською мовою), О.М. Адаменко загітував кількох завідувачів випускних кафедр додати дисципліну “Основи екології” у варіативну частину РУПів, якщо хтось згодиться. Щоб була згода, допоміг перший проректор з навчально-методичної роботи В.П.Степанюк. І на кількох спеціальностях з 1989-1990 навчального року кафедра почала читати цей новий курс. Більше того, В.П.Степанюк запропонував активно зайнятись науково-дослідними роботами в природоохоронній галузі. І тоді, на базі наукових розробок виростуть кадри, ІФІНГ набуде певного досвіду і можна буде навіть відкрити нову спеціальність з екології.

З осіннього семестру О.М. Адаменко почав читати курс “Основи екології” для чотирьох спеціальностей факультету автоматизації та економіки (ФАЕ). Решта випускних кафедр поки що утримались. Студенти проявили неабиякий інтерес до екологічних проблем, задавали масу питань, приносили різні книги і журнали. Приблизно половину семестру О.М. Адаменко читав лекції для потоку у 150 чоловік. Всього було заплановано 18 лекцій – 36 годин. А потім він вирішив піти на експеримент: запропонував кожному із студентів написати реферат на тему: “Екологічна ситуація того місця (міста, села, району), де я живу, або звідки я приїхав до Івано-Франківська”. Через тиждень, на наступній лекції, викладача “завалили” матеріалами. Прийшлося з кожним розбиратись окремо, проводити консультації не тільки у відведений на це час, а й на кафедрі, у коридорах і навіть на лавочках вздовж скверу перед корпусом геологорозвідувального факультету. У результаті отримано цілу гору рефератів з дуже цікавим фактичним матеріалом, який потім використовувався на лекціях і в науковій роботі.

Так продовжувалось до весни 1992 р., а з осіннього семестру 1992-1993 навчального року кафедра ТОГ перетворилась в її наступницю.

Кафедра інженерної екології та загальної геології (ІЕЗГ). Курс “Основи екології” став настільки популярним, що був введений у робочі навчальні програми усіх 18 спеціальностей ІФІНГ. Це дало приріст годин і збільшило штат кафедри на кілька одиниць. Ректор перетворив кафедру теоретичних основ геології в нову кафедру інженерної екології та загальної геології, яка проіснувала недовго і з 1995-1996 навчального року піднялась на нову ступінь – кафедру екології.

Історія кафедри екології та екологічних досліджень в ІФНТУНГ.

В.П.Степанюк привіз з Краківської гірничометалургійної академії навчальні плани екологічних спеціальностей. Там вони були не самостійними, а додатковими до існуючих традиційних спеціальностей. Наприклад, студент отримував фах інженера-буровика, а з четвертого курсу йому додатково читали курси екологічного циклу. І він набував знань з буріння та охорони середовища. Те ж саме було і на інших спеціальностях: інженер з геології (чи геофізики) та охорони середовища. Тобто, на кожній випускній кафедрі чи факультеті до назви спеціальності додавалось: “та охорони середовища”. Для чого? Чому не було окремої спеціальності з екології?

Польські колеги вважали, що це потрібно, щоб не було проблем з працевлаштуванням, бо екологія як навчальна дисципліна і виробнича діяльність ще не була сформована. Крім того, при такому варіанті майбутній фахівець буде знати конкретну спеціальність і проблеми охорони навколишнього середовища у цій галузі. В інших зарубіжних країнах, навчальні плани яких вдалось отримати (тоді ще не було INTERNETу), наприклад, у ФРН, Канаді, Італії, США та інших, були різні варіанти: такі ж як у Польщі, а також і самостійні спеціальності – інженерія середовища або щось подібне до цього. Термін “екологія” там уникали використовувати, бо він був вочиною біологів, а більше схилились до “інвайронментологія” (від англійської environment – навколишнє середовище, довкілля).

В Україні вже були перші кафедри цього напрямку (рис. 2). Дніпропетровський державний університет перетворив кафедру фізичної географії на кафедру геоелекології та фізичної географії. Її очолив доктор географічних наук, професор Григорій Васильович Пасічний. У Харківському державному університеті таку ж випускню кафедру створив доктор географічних наук, професор Володимир Юхимович



Рис. 3. Підручники кафедри екології ІФНТУНГ



Рис. 4. Монографії кафедри екології ІФНТУНГ

Некос. Але безсумнівним лідером в екологічній освіті був ректор Львівського лісотехнічного інституту доктор сільськогосподарських наук, професор Володимир Панасович Кучерявий. Він читав особисто “Загальну екологію” вже кілька років, випустив конспект лекцій і очолив Науково-методичну комісію Мінвузу України з охорони природи. Від ІФІНГ до цієї комісії входив завідувач кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності кандидат технічних наук, доцент Георгій Миколайович Лисяний. Разом з В.І.Петряшиним і Б.Г.Тарасовим вони написали підручник з охорони довкілля в нафтогазовидобувній галузі.

Зі згоди Г.М.Лисяного усе, що стосувалось навчального процесу з екологічного напрямку, було передано на кафедру ІЕЗГ. На жаль не всі викладачі – кандидати наук, доценти кафедри ІЕЗГ захотіли міняти свій геологічний профіль на екологію. Тому читання курсів “Основи екології” довелося доручати молодому поколінню – більш активному і рухомому. Це були А.А.Пилипенко, О.Р.Стельмах, Л.В.Горбунова, Я.О.Адаменко. О.М.Адаменко разом з ними пройшов стажування на кафедрі В.П.Кучерявого, були підготовлені відповідні конспекти лекцій і ... екологізація усіх спеціальностей ІФІНГ почалась.

Потужний осередок з екологічної освіти утворився на географічному факультеті Київського державного університету ім. Т.Г.Шевченка, де тоді працювали кандидат географічних наук, доцент Микола Миколайович Падун, доктор геолого-мінералогічних наук, професор Георгій Олексійович Білявський та ін. У 1993р. Г.О.Білявський, М.М.Падун і Р.С.Фурдуй випустили перший в нашій державі підручник «Основи загальної екології» українською мовою. Це було істотне досягнення в розвитку екологічної освіти.

«Основи екології» як самостійну, але поки що не обов’язкову дисципліну, почали впроваджувати і в технічних вузах: крім ІФІНГ і Львівського лісотехнічного інституту, вона з’явилась в Рівненському – водного господарства (М.О.Клименко), Національному університеті “Львівська політехніка” – (Я.М.Гумницький, М.С.Мальований), Київському авіаційному (Г.М.Франчук), Донецькому політехнічному (А.І.Панасенко, Б.С.Панов), Запорізькому індустріальному (М.О.Павленко), Сумському державному та аграрному університетах (А.Г.Мельник, Л.Д.Пляцук) та багато-багато інших. Технічні вузи привнесли трохи інше забарвлення в екологічну освіту. Вони приземлили “високі” теоретичні положення екології до конкретних галузей народного господарства. Так з’явилися не зовсім благозвучні для біологів терміни: екологія енергетики, екологія машинобудівної галузі, екологія гірництва і т.д. Зрозуміло, що це – інженерія середовища, вплив тої чи іншої галузі на стан довкілля та методи його стабілізації і зменшення. Але біологи активно заперечували проти такого використання терміну “екологія”.

Кафедра (ІЕЗГ) стала кафедрою загальноінститутського користування після акредитації інституту у 1993 р. і зміною ректорів. Цей дуже важливий крок вніс новий поштовх у розвиток ІФІНГу. Замість Б.Г.Тарасова ректором став Є.І.Крижанівський.

На нового ректора відразу ж навалились складні проблеми. Це був період, коли бюджетне фінансування освіти різко зменшилось, викладачі не отримували зарплати, інфляція купонів-карбованців швидко зростала і досягла 15 000 %. Все продавалось і купувалось за мільйони, справжня ціна яких була мізерною. Цукор, олія, борошно, інші продукти, труси, колготки, шкарпетки та інший ширпотреб відпускали в магазинах лише по талонах. Люди масово виїжджали до Польщі, Китаю, Туреччини, скуповували там товар і перепродавали на наших тротуарних ринках. Це був так званий човниковий бізнес.

І так рятувалось багато людей, в тому числі і викладачі ІФІНГ. Ось за таких умов почав діяти новий ректор. Восени 1993 р. до інституту приїхала комісія міністерства проводити атестацію на IV рівень акредитації. Але це була не просто перевірка відповідності наших кафедр певному рівню. Комісія повинна була вирішити і подальшу долю інституту. А проблема була в тому, що керівництво іншого Івано-Франківського ВНЗ мало бажання “підм’яти” наш інститут, створивши в місті єдиний класичний університет, в якому поєднати класичний, технічний і медичний інститути. Тому в нас відбувалась не тільки атестація, а ще й вирішувалось це трагічне для нашого колективу питання. Комісія розійшлась на кілька днів по кафедрах і врешті-решт переконалась, що ми відповідаємо IV рівню акредитації. Ректор приклав не мало зусиль, щоб підключити керівників крупних нафтогазових організацій України – “Укргазпром”, “Укргазпроект”, “Укрнафтогазбуд”, “Укртрансгаз”, Держкомітет з геології України та інші, щоб відстояти самостійність єдиного в Україні нафтогазового вузу. А це було важко,

бо навіть місцева влада іноді схилялась до об'єднання. Але справедливість перемогла і ми відбилися від неоправданих претензій від наших сусідів на гегемонію.

Більше того, ректор зумів добитись у міністерстві і уряді більш високого статусу для нашого вузу і у 1994р. він став Івано-Франківським державним технічним університетом нафти і газу (ІФДТУНГ). Кафедра ІЕЗГ теж достойно пройшла всі перевірки і навіть було виказане побажання відкрити підготовку інженерів – екологів з прикладної екології для нафтогазової галузі.

Кафедра екології. У березні 1995р. кафедра інженерної екології та загальної геології разом з Інститутом екологічного моніторингу вже набули певного досвіду, стали відомими не тільки на Прикарпатті і в Україні, а й за кордоном. З 1993 р. почався прийом студентів на спеціальність “охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів” (скорочено ОС), потім вона стала називатись “прикладна екологія” – (ПЕ), а зараз “екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” (скорочення залишили попереднє – ПЕ). Велику роль у ліцензуванні спеціальності ОС у 1993р. відіграв кандидат хімічних наук, доцент І.М. Смоленський. Він ініціював відкриття підготовки інженерів-екологів, збирав заяви від підприємств – майбутніх замовників на молодих спеціалістів, кілька разів “мотався” в міністерство екології та природних ресурсів, де тоді міністром був Юрій Іванович Костенко. Була підтримка на різних рівнях і нову спеціальність відкрили.

Важливу роль у цьому зіграв голова Науково-методичної комісії з екологічної освіти Мінвузу України Г.О. Білявський, в той час професор Київського університету ім. Т.Г.Шевченка, що змінив на цьому посту професора В.П.Кучерявого. О.М. Адаменко і Г.І.Рудько в 1997-1998 рр. написали перший в Україні підручник “Екологічна геологія”. А зараз викладачами кафедри екології ІФНТУНГ опубліковано 18 підручників (рис. 3) і 22 монографії (рис. 4).

Ось як писала газета “Галичина”, про нову спеціальність і екологічну освіту взагалі.

“Нова спеціальність – еколог

В Івано-Франківському інституті нафти і газу відкривається набір на спеціальність “охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів”.

Майбутні інженери-екологи зможуть працювати в обласних державних управліннях та районних і міських інспекціях Мінприроди, в Радах народних депутатів та державних адміністраціях різного рівня — від села до столиці, заступниками головних інженерів з екології на нафтогазових підприємствах, в енергетиці, лісовій, хімічній, машинобудівній, приладобудівній та сільськогосподарській галузях, у науково-дослідних інститутах, акціонерних товариствах, приватних фірмах.

Підготовка інженерів-екологів організована на базі кафедри теоретичних основ геології і екології та Інституту екологічного моніторингу Академії наук технологічної кібернетики України під керівництвом академіка Міжнародної Академії наук, технологій та інжинірингу, доктора наук, професора Олега Адаменка. Серед майбутніх викладачів — відомі вчені-екологи і виробничники доктор наук Георгій Рудько та академік Юрій Туниця зі Львова, професор Пітер Йордан з Австрії, член-кореспондент АН України Леонід Руденко з Києва, академік Мартон Печі з Будапешта та інші. Передбачено стажування студентів-екологів у Міжнародному центрі екологічних досліджень (Брно, Чехія) та інших зарубіжних країнах.

Планується відкриття підготовки екологів за заочною формою навчання, а також міжвузівської для Західного регіону України спеціалізованої вченої ради для захисту докторських і кандидатських дисертацій з екологічних спеціальностей.”

“Галичина”, 15 червня 1997р.

У березні 1995р. О.М. Адаменко запропонував ректорові Є.І.Крижанівському:

1) перетворити Державний інститут екологічного моніторингу Академії наук технологічної кібернетики України в Науково-дослідний інститут екологічної безпеки та природних ресурсів (НДІ ЕБПР) і підпорядкувати його університетові як структурний підрозділ; 2) розділити кафедру інженерної екології та загальної геології на дві частини: одну із них перетворити на нову випускную кафедру інженерної екології (пізніше Р.М.Рудий запропонував називати її кафедра екології), а другу – загальногеологічну частину приєднати до кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ, а пізніше відновити кафедру загальної геології або теоретичних основ геології; 3) створити на базі кафедр екології і геодезії новий факультет, який назвати інженерно-екологічним.

Усі три пропозиції знайшли підтримку в ректора. Він запропонував НДІ ЕБПР створювати вже, а кафедру екології і новий факультет – з нового навчального року. На посаду майбутнього декана ректор запропонував кандидата технічних наук, доцента Романа Михайловича Рудого, який в той час завідував кафедрою геодезії і завершував докторську дисертацію з аерофотограмметрії.

А якою є кафедра екології тепер?

Почала працювати 1 вересня 1996 р. як випускна кафедра для підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів зі спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища” на базі кафедри інженерної екології та загальної геології, яка існувала як випускна з 1 липня 1993 року. До того була загальногеологічною й у різний час мала різні назви: кафедра теоретичних основ геології; загальної геології; загальної геології, мінералогії й петрографії. В Інституті нафти і газу функціонувала від початку його заснування, тобто з вересня 1963 р., коли її перевели до Івано-Франківська з Львівського політехнічного інституту, де була організована ще 1945 р. як кафедра загальної геології, мінералогії, історичної й регіональної геології.

Сертифікат бакалавра, спеціаліста й магістра з екології й охорони навколишнього середовища: Екологи визначають сучасну екологічну ситуацію на нафтогазопромисловому, геологорозвідувальному, енергетичному, будівельному, транспортному, хімічному, машино- й приладобудівному, лісо- й сільськогосподарському або іншому виробничому підприємстві, промисловому вузлі, в місті, районі, області, регіоні, державі шляхом аналізу всіх природних компонентів (геологічного середовища, мінерально-сировинних ресурсів, геофізичних полів та їх впливу на навколишнє середовище і здоров’я населення, рельєфу і його порушень несприятливими геодинамічними процесами, ґрунтового покриву і земельних ресурсів, підземних, ґрунтових і поверхневих вод, атмосферного повітря й кліматичних ресурсів, лісо- й агросільськогосподарського покриву і тваринного світу) й антропогенного навантаження на них; установлюють причинний зв’язок між поширенням основних захворювань й екологічними умовами; розраховують гранично допустимі викиди і скиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря і водне середовище; оцінюють вплив народногосподарських об’єктів на навколишнє середовище (ОВНС); ведуть пошуки джерел забруднення ґрунту, води, повітря й інших компонентів природного середовища та пропонують засоби їх знешкодження; визначають розміри плати підприємств за забруднення довкілля і використання природних ресурсів; організують системи екологічного моніторингу й екологічної безпеки на підприємствах і територіях; здійснюють екологічний митний контроль; проводять екологічну сертифікацію промислових та продовольчих товарів; керують екологічною міліцією; беруть участь в екологічних обґрунтуваннях й експертизах проектів будівництва об’єктів у різних галузях народного господарства й експертизах нових техніки, технології й матеріалів; здійснюють екологічний контроль транспорту, оцінюють екологічний ефект діяльності підприємств, а також контроль екологічної ситуації в населених пунктах і територіально-адміністративних підрозділах.

Бакалаври, спеціалісти й магістри-екологи з охорони навколишнього середовища можуть обіймати посади управлінського персоналу в різних галузях народного господарства, в контрольних органах й управліннях системи Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, в державних адміністраціях різних рівнів, у наукових і навчальних закладах:

- інженера-еколога, провідного спеціаліста або заступника головного інженера з екології виробничого підприємства, об’єднання, концерну;
- інспектора з охорони природи й інші посади в державних управліннях Мінприроди в областях, районах і містах;
- завідувача відділів (секторів) екології в обласних, районних і міських державних адміністраціях;
- інженера й наукового співробітника в науково-дослідницьких і виробничих лабораторіях чи галузевих науково-дослідних проектних інститутах;
- викладача екології, охорони навколишнього природного середовища і раціонального природокористування в загальноосвітніх школах, технічних училищах, ліцеях, гімназіях, коледжах, технікумах, вищих навчальних закладах;
- референта, консультанта з екології в різних установах і фірмах, що продають і купують нові техніку, технології, матеріали.

Кафедра екології укомплектована висококваліфікованими фахівцями-екологами, гідрологами, кліматологами, географами, біологами, геологами. Всього – 25 чоловік. Із них 2 професори – доктори наук, 10 доцентів – кандидати наук, асистенти, аспіранти, наукові співробітники, інженери.

При кафедрі є аспірантура й докторантура зі спеціальності “Екологічна безпека”, функціонує докторська спеціалізована вчена рада. За три останні роки тут захищено дві докторські і шість кандидатських дисертацій.

Кафедра має нові навчально-наукові лабораторії: комп’ютерних інформаційних технологій в екології; фізико-хімічних досліджень техносфери; кабінети: геологічного середовища, геоморфосфери та геофізсфери; картографічного моделювання екосистем; екологічного моніторингу та екологічного картування; комп’ютерні класи.

Висновок. Кафедра екології створила навчально-науково-виробничий комплекс, куди, крім кафедри, входить також Науково-дослідний інститут екологічної безпеки та природних ресурсів. Це результат органічного поєднання наукових і виробничих екологічних досліджень з підготовкою інженерів, спеціалістів, магістрів, кандидатів і докторів наук з екології, охорони навколишнього середовища, збалансованого природокористування та екологічної безпеки.

УДК 502.315

Мальований М.С.
*Національний технічний
університет «Львівська політехніка»*

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ТА ЇЇ РОЛЬ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Найважливішими суб’єктами формування екологічної свідомості є: дошкільні заклади, загальноосвітні школи усіх типів, заклади професійно-технічної освіти, середні спеціальні та вищі навчальні заклади, курси підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів (екологічна освіта); держава (законотворча та виконавча природоохоронна діяльність); церква; громадські екологічні організації; мас-медіа.

Ключові слова: екологічна свідомість, дошкільні заклади, загальноосвітні школи, заклади професійно-технічної освіти, середні спеціальні та вищі навчальні заклади, курси підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів.

Самими важливими суб’єктами формування екологічного свідомості є: дошкольные заведения, общеобразовательные школы всех типов, заведения профессионально-технического образования, средние специальные и высшие учебные заведения, курсы повышения квалификации и переподготовки специалистов (экологическое образование); государство (законотворческая и исполнительная природоохранная деятельность); церковь; общественные экологические организации; масс-медиа.

Ключевые слова: экологическое сознание, дошкольные заведения, общеобразовательные школы, заведения профессионально-технического образования, средние специальные и высшие учебные заведения, курсы повышения квалификации и переподготовки специалистов

The most important subjects of forming of ecological consciousness are: preschool establishments, general schools of all types, establishments of profesiyno-tehnichnoi education, middle special and higher educational establishments, courses of the in-plant training and retraining of specialists (ecological education); state (zaconotvorcha and executive nature protection activity); church; public ecological organizations; mass-media.

Keywords: ecological consciousness, preschool establishments, general schools, establishments of profesiyno-tehnichnoi education, middle special and higher educational establishments, courses of the in-plant training and retraining of specialists.

Кафедра екології укомплектована висококваліфікованими фахівцями-екологами, гідрологами, кліматологами, географами, біологами, геологами. Всього – 25 чоловік. Із них 2 професори – доктори наук, 10 доцентів – кандидати наук, асистенти, аспіранти, наукові співробітники, інженери.

При кафедрі є аспірантура й докторантура зі спеціальності “Екологічна безпека”, функціонує докторська спеціалізована вчена рада. За три останні роки тут захищено дві докторські і шість кандидатських дисертацій.

Кафедра має нові навчально-наукові лабораторії: комп’ютерних інформаційних технологій в екології; фізико-хімічних досліджень техносфери; кабінети: геологічного середовища, геоморфосфери та геофізсфери; картографічного моделювання екосистем; екологічного моніторингу та екологічного картування; комп’ютерні класи.

Висновок. Кафедра екології створила навчально-науково-виробничий комплекс, куди, крім кафедри, входить також Науково-дослідний інститут екологічної безпеки та природних ресурсів. Це результат органічного поєднання наукових і виробничих екологічних досліджень з підготовкою інженерів, спеціалістів, магістрів, кандидатів і докторів наук з екології, охорони навколишнього середовища, збалансованого природокористування та екологічної безпеки.

УДК 502.315

Мальований М.С.
*Національний технічний
університет «Львівська політехніка»*

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ ТА ЇЇ РОЛЬ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Найважливішими суб’єктами формування екологічної свідомості є: дошкільні заклади, загальноосвітні школи усіх типів, заклади професійно-технічної освіти, середні спеціальні та вищі навчальні заклади, курси підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів (екологічна освіта); держава (законотворча та виконавча природоохоронна діяльність); церква; громадські екологічні організації; мас-медіа.

Ключові слова: екологічна свідомість, дошкільні заклади, загальноосвітні школи, заклади професійно-технічної освіти, середні спеціальні та вищі навчальні заклади, курси підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів.

Самими важливими суб’єктами формування екологічного свідомості є: дошкольные заведения, общеобразовательные школы всех типов, заведения профессионально-технического образования, средние специальные и высшие учебные заведения, курсы повышения квалификации и переподготовки специалистов (экологическое образование); государство (законотворческая и исполнительная природоохранная деятельность); церковь; общественные экологические организации; масс-медиа.

Ключевые слова: экологическое сознание, дошкольные заведения, общеобразовательные школы, заведения профессионально-технического образования, средние специальные и высшие учебные заведения, курсы повышения квалификации и переподготовки специалистов

The most important subjects of forming of ecological consciousness are: preschool establishments, general schools of all types, establishments of profesiyno-tehnichnoi education, middle special and higher educational establishments, courses of the in-plant training and retraining of specialists (ecological education); state (zaconotvorcha and executive nature protection activity); church; public ecological organizations; mass-media.

Keywords: ecological consciousness, preschool establishments, general schools, establishments of profesiyno-tehnichnoi education, middle special and higher educational establishments, courses of the in-plant training and retraining of specialists.

Актуальність проблеми. Найважливішою, визначальною складовою екологічної культури і одночасно однією із найважливіших категорій екологічної етики є екологічна свідомість. Рівень свідомості повинен відповідати сучасному періоду розвитку світового співтовариства – переходу до збалансованого (сталого) розвитку суспільства. Звичайно ж екологічна свідомість формується в процесі життєдіяльності людини комплексом впливів навколишнього середовища – середовища її існування, але найважливішими суб'єктами формування екологічної свідомості є:

- дошкільні заклади, загальноосвітні школи усіх типів, заклади професійно-технічної освіти, середні спеціальні та вищі навчальні заклади, курси підвищення кваліфікації та перепідготовки спеціалістів (екологічна освіта).
- держава (законотвора та виконавча природоохоронна діяльність);
- церква;
- громадські екологічні організації;
- мас-медіа.

Аналіз попередніх даних. Проведемо аналіз суб'єктів формування екологічної свідомості.

Зклади реалізації екологічної освіти. Здійснюється екологічна освіта в обсязі, передбаченому відповідними програмами викладання дисциплін, а якість отриманих знань та навичок залежить від рівня підготовки вчителя (викладача) та його ініціативи. Найбільш ефективною ланкою екологічної освіти та виховання за умови відповідної її організації повинна бути шкільна освіта як найбільш масова ланка системи освіти, через яку проходить все населення країни.

Формальна екологічна освіта та виховання орієнтовані переважно на передачу спеціальних знань, головним чином у галузі теоретичних основ фундаментальної і прикладної екології, а не на уміння аналізувати і використовувати ці знання в житті, що важливо для пересічних громадян. Базові питання з проблем екології та охорони природи розглядаються в шкільних предметах природничого змісту таких, як “Географія”, “Хімія”, “Фізика”, в курсах біології “Наш край”, “Біологія рослин”, “Біологія тварин”, “Біологія людини”, “Загальна біологія” та “Основи екологічних знань” тощо. Однак, ці курси пропонують тільки теоретичні знання і майже не передбачають практичної діяльності, завдяки якій діти могли б набути корисних навичок пізнавати навколишній світ, не передбачають проведення екологічних досліджень та природоохоронних акцій в зрілому віці. Склалася ситуація, коли отримані в школі знання відмежовані від повсякденного життя та існують самі по собі. Виходом із ситуації, що склалася, може бути організація позашкільної діяльності екологічного спрямування: дослідницької, олімпіадної, конкурсної, гурткової, практичної, природоохоронної та ін.

Система позашкільної екологічної освіти та виховання, яка на базі отриманих переважно теоретичних знань може забезпечити формування в дітей особливого ставлення до природи, до життя, до оточення, а в зрілому віці – сформованої особистості з екоцентричним світоглядом, екологічною культурою та екологічним мисленням. Тому, важливою первинною ланкою в системі екологічної освіти та виховання є мережа позашкільних еколого-освітніх закладів. Якісно новий результат у підвищенні рівня екологічної освіти та виховання можна досягнути за рахунок кооперації, а в перспективі – інтеграції шкільної та позашкільної освіти.

Законотвора та виконавча природоохоронна діяльність держави. В Україні існує розвинута система законодавства в галузі природокористування, яка включає окремі статті Конституції України, цілий ряд законів України («Закон України про охорону навколишнього природного середовища», “Земельний кодекс”, “Водний кодекс”, “Закон про охорону атмосферного повітря”, “Кодекс про надра” і т.п.), постанов, указів, підзаконних актів і т.п.

Нагляд за дотриманням цих законів, виконання кримінальних покарань і адміністративних стягнень здійснюється Екологічною інспекцією України та існуючою системою правоохоронних органів України (Прокуратура, Міністерство внутрішніх справ України, Служба безпеки України, судова система). Саме практика цих дій, яка до того ж повинна знайти широке відображення в мас-медіа, і повинна стати потужним виховним засобом формування екологічної свідомості. Проте слід признати, що існуюча на сьогоднішній день система штрафів за порушення природоохоронного законодавства неадекватно відповідає рівню заподіяних довіклію збитків. І на жаль у цьому випадку держава, як

суб'єкт підвищення екологічної свідомості, своїми діями призводить до протилежної, негативної тенденції – анігіляції екологічної свідомості суспільства.

Церква. В Україні збереглися (особливо серед сільського населення) традиції визначального авторитету церкви, яка може служити і служить могутнім виховним фактором екологічної свідомості як через проповіді духовенства, так і через реальні природоохоронні акції, які здійснюються під керівництвом церкви. Проповіді на екологічну тематику та опис природоохоронних заходів, які впроваджуються під патронатом церкви, можна знайти на сайтах всіх церков, які функціонують в Україні. А в складі Української греко-католицької церкви існує Бюро УГКЦ із питань екології. 2009 року вперше в Україні відзначався День Творця, як християнське екологічне свято, яке було започатковане в 1989 р. з ініціативи Вселенського Патріарха Димитрія I. Він закликав увесь християнський світ у день початку нового церковного року (1/14 вересня) до щорічної спільної молитви та практичних зусиль, спрямованих на порятунок природи.

З приводу молитовно-єкуменічної ініціативи Ради Єпископських Конференцій Європи (3 грудня 2009 р.) Бюро УГКЦ із питань екології було оголошене звернення, в якому зокрема говорилось:

“Дорогі у Христі брати та сестри!

З 7 по 18 грудня цього року в Копенгагені (Данія) буде проходити Конференція Організації Об'єднаних Націй з питань змін клімату, на якій мають бути прийняті рішення, доленосні для всього людства та цілої планети. Саме **тут і зараз**, Урядові делегації провідних держав світу мають узгодити стратегію і тактику екологічного порятунку людства після закінчення дії Кіотського протоколу (діє до 2012 р.), а зокрема, взяти на себе необхідні зобов'язання по зменшенню викидів парникових газів, які впливають на підвищення температури, дизбаланс кліматичної системи, посилення руйнівної сили та частоти природних катаклізмів.

Кліматичні зміни стосуються нас усіх і несуть із собою дедалі більшу загрозу для здоров'я та життя людей, їх матеріального благополуччя, суспільного миру, а рівно ж, і для майбутнього всієї планети. Християнські церкви Європи, усвідомлюючи вагомість загрози змін клімату та співвідповідальність за стан видимого світу, спільно звернулись до своїх вірян у спеціальному Посланні: “Відповідь Церков на кліматичні зміни” із закликом до посиленої молитви в наміренні плідних переговорів в Копенгагені та прийняття Угоди, на основі якої можна буде ефективно захистити Боже створіння – природу та побудувати “зелену” економіку, яка б забезпечила довготривале процвітання сучасного людства та прийдешніх поколінь.

Бюро УГКЦ з питань екології підтримує єкуменічно-молитовну ініціативу Ради Єпископських Конференцій Європи і Конференції Церков Європи та відповідно просить душпастирів, вірян і всіх небайдужих в неділю, 13 грудня, долучитись до молитви за збереження Божого створіння – природи, а особливо – молитви, щоб під час Копенгагенської конференції лідери 192-х держав-членів ООН змогли знайти спільні шляхи вирішення одного з найскладніших викликів сьогодення – зміни клімату.

На завершення, хочемо в черговий раз пригадати, що Земля і всі її екологічні системи – це цінний дар, який ми отримали від Бога. Просимо переосмислити виклики кліматичних змін у світлі християнської віри та відповідальності і відповідно, спільно прикласти зусилля для того, щоб здійснити зміни, про які молимося. У контексті передріздвяного посту, в якому ми зараз знаходимося, постараймося бути солідарними та поміркованими і відмовитись від всього зайвого та шкідливого для себе, своїх ближніх та всього Божого створіння.”

Як видно із цього звернення, церква на сьогоднішній час займає активну позицію у вирішенні природоохоронних завдань і стає могутнім засобом підвищення екологічної свідомості суспільства.

Громадські екологічні організації. В Україні існує велика кількість громадських екологічних організацій («Всеукраїнська екологічна ліга», “Зелений світ”, “Екоправо”, “Українське товариство охорони природи”, “Голос Природи”, Всеукраїнська екологічна громадська організація „МАМА-86”, Всеукраїнський комітет підтримки Програми Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (УкрЮНЕПком) та багато інших). На жаль, велика кількість цих організацій є заполітизованими; їхня діяльність є млявою і значно активізується тільки у передвиборні періоди з метою привернути увагу громадськості до тих чи інших політичних сил. Хоча слід відзначити, що багато із цих організацій проводять значну роботу із формування екологічної свідомості суспільства

шляхом організації з'їздів, конгресів, конференцій, семінарів, фестивалів, організації конкурсів, природоохоронних акцій і т.п.

Із величезної кількості громадських екологічних організацій найчисленнішою і найпотужнішою є Всеукраїнська екологічна ліга (ВЕЛ), яка має у своєму складі 22 обласні, Київську та Севастопольську міські та Кримську організації. Мета діяльності організації – поліпшення екологічної ситуації в державі, формування нового природоохоронного менталітету, підвищення рівня екологічної освіти та культури громадян. З всього розмаїття екологічних громадських організацій України ВЕЛ відрізняє послідовність у роботі, ґрунтовне дослідження проблем та практичні дії щодо їх розв'язання, використання нестандартних підходів у роботі. Вперше з ініціативи ВЕЛ у Верховній Раді України пройшли парламентські екологічні слухання. Знову ж таки вперше в європейській практиці громадська організація ініціювала створення і видала “Екологічну енциклопедію”, яка відповідає класичним енциклопедичним канонам.

В рамках акції “Парк тисячоліть”, яку проводила ВЕЛ, посаджено десятки тисяч дерев та кущів, впорядковано сотні парків у містах і селах України. ВЕЛ ініціювала створення і вже понад десять років підтримує Всеукраїнську дитячу спілку “Екологічна варта”. Проведено шість Всеукраїнських з'їздів ВЕЛ, три екологічні конгреси, десятки наукових конференцій та круглих столів, творчих фестивалів та конкурсів. ВЕЛ видає журнали та книги. Найпоширенішими акціями ВЕЛ є: “Посади своє дерево”, “Амброзія – небезпечна рослина”, “Первоцвіт”, “День довкілля”, “Наша допомога птахам”, “Збережи ялинку”, “Нове життя джерел”. Систематично проводяться літні табори, конкурси та фестивалі: “Мій голос я віддаю на захист природи”, Всеукраїнський студентський конкурс-захист екологічних проектів “Екосвіт очима художника”. Через тісний зв'язок з прогресивною громадськістю ВЕЛ займає активну позицію в попередженні реалізації на Україні небезпечних для навколишнього середовища проектів, реалізує Громадську оцінку екологічної політики, займає активну позицію в обмеженні та регулюванні використання ГМО в Україні.

Отже, як можна зробити висновок із приведеної інформації, внесок громадських організацій у формуванні екологічної свідомості суспільства України значний.

Мас-медіа. Роль мас-медіа у вихованні екологічної свідомості суспільства значна. У рівній мірі це відноситься як до спеціальних друкованих видань та передач радіо і телебачення, так і до використання природоохоронної тематики у всьому комплексі інформації, яка доводиться до суспільної свідомості. І оскільки між мас-медіа та суспільством існує гнучкий зв'язок і тематика мас-медіа повинна відповідати потребам суспільства (тільки тоді інформація буде жаданою), то саме зростання останнім часом інформації на природоохоронну тематику є непрямим свідченням зростання екологічної свідомості суспільства. Слід очікувати, що з часом ця тенденція буде посилюватись.

Методика досліджень. Переважна кількість екологічних небезпек, які несуть загрозу навколишньому середовищу, створилась в результаті антропогенної діяльності людини. Основна кількість їх, на щастя, не набрала необоротного характеру і може бути усунута або мінімізована до такого ступеня, щоб не створювати загрозу життєдіяльності людини та забезпечити збалансований (сталій) розвиток суспільства.

Проводячи класифікацію антропогенної екологічної небезпеки з позицій стратегії її мінімізації, можна виділити 2 класи екологічних небезпек:

1. Суспільно створені екологічні небезпеки.
2. Екологічні небезпеки окремих об'єктів.

Суспільно створені екологічні небезпеки – це такий вид небезпек, який створений за участі всього суспільства або певної його частини (в межах держави чи регіону). Згідно із принципом зворотного зв'язку для уникнення цієї екологічної небезпеки також необхідна участь цієї ж частини суспільства, яка брала участь в її створенні.

Прикладом суспільно створеної екологічної небезпеки можуть бути:

- Зміни клімату.
- Відсутність системи збору та утилізації твердих побутових відходів.
- Відсутність системи збору та регенерації відпрацьованих мастильних оливо (ВМО).
- Забруднення поверхневих вод іонами амонію від тваринницьких ферм.

– Антропогенна деградація охоронних зон поверхневих водойм внаслідок запровадження господарської діяльності (рільництво, будівництво споруд) на території цієї охоронної зони.

Екологічна небезпека окремих об'єктів може бути усунена (якщо вони не набрали необоротного характеру, тобто не прийняли характеру катастрофи) шляхом зміни умов функціонування об'єкту без залучення широких верств населення.

Прикладами екологічних небезпек окремих об'єктів може бути забруднення навколишнього середовища окремими підприємствами, енергетичними, гірничохімічними, металургійними об'єктами і т.п. І перший і другий клас в залежності від масштабів створеної екологічної небезпеки може бути віднесений до глобального, державного чи регіонального рівнів.

Результати досліджень. Проведемо аналіз суспільно створених екологічних небезпек, оскільки їх виникнення пов'язане із низьким рівнем екологічної свідомості суспільства, а усунення можливе тільки за умови підвищення рівня суспільної екологічної свідомості, що і призведе до участі населення в ліквідації ним же створеної екологічної загрози. Так, глобальний рівень суспільно створеної екологічної небезпеки має зміна клімату внаслідок антропогенного впливу. Суспільно створена екологічна небезпека державного рівня – це відсутність в Україні системи збору та утилізації твердих побутових відходів, відсутність системи збору та регенерації відпрацьованих мастильних олив (ВМО). Прикладом регіональної суспільно створеної екологічної небезпеки може бути забруднення поверхневих вод іонами амонію від тваринницьких ферм у регіоні, місцева влада якого не приділяє цьому належної уваги, антропогенна деградація охоронної зони певної водойми, басейну певної ріки.

Стратегія мінімізації суспільно створеної екологічної небезпеки будь-якого масштабу повинна включати комплекс заходів:

1. нормативно-правового характеру;
2. виховного характеру;
3. технологічного характеру.

В комплексі заходів виховного характеру можна виділити дві складові:

- власне виховна робота (підвищення рівня екологічної свідомості);
- суспільна діяльність, направлена на ліквідацію екологічної небезпеки, як результат виховної роботи.

Розглянемо більш детально пропоновану стратегію для приведених вище суспільно створених екологічних небезпек. Для усунення екологічної небезпеки, пов'язаної із відсутністю системи збору та утилізації твердих побутових відходів необхідно реалізувати таку систему заходів:

1. Нормативно-правового характеру:
 - розроблення нормативно-правової бази, яка регламентує збір та попереднє сортування побутових відходів (включаючи систему покарань за порушення законодавства).
2. Виховного характеру:
 - впровадження системи виховних заходів на всіх рівнях (дошкільні заклади, школи, навчальні заклади, мас-медіа, широкі версти населення) з ціллю усвідомлення суспільством необхідності сортування побутових відходів в спеціалізовані контейнери в процесі їх збору та впровадження такого сортування на практиці.
3. Технологічного характеру:
 - оптимізація технологій транспорту посортованих населенням відходів до полігону чи місць утилізації;
 - впровадження завершальних стадій сортування побутових відходів на полігоні чи місцях переробки;
 - тимчасове складування основної частини твердих побутових відходів на полігонах;
 - утилізація паперових, металічних, скляних, текстильних та пластикових відходів на спеціалізованих підприємствах;
 - утилізація органічної та горючої частини відходів на сміттепереробних заводах.

Для усунення екологічної небезпеки, пов'язаної із відсутністю системи збору та регенерації ВМО, необхідно реалізувати таку систему заходів:

1. Нормативно-правового характеру:
 - розроблення та впровадження нормативно-правової бази поводження з ВМО.
2. Виховного характеру:
 - впровадження системи виховних заходів (мас-медіа, широкі версти населення) з ціллю усвідомлення суспільством необхідності функціонування системи збору ВМО та реалізація такої системи збору на практиці.
3. Технологічного характеру:
 - розроблення комплексної технології регенерації ВМО, яка б враховувала широкі коливання в концентраціях забрудників у ВМО (реально в залежності від умов збору вміст води коливається від 0,8% до 20%);
 - створення ряду установок, які б забезпечували необхідний об'єм перероблення зібраних ВМО.

На нашу думку в розробленні нормативно-правової бази поводження з ВМО доцільно дотримуватись такої послідовності:

1. Розробити та затвердити норми збору ВМО, а отже і реальний первинний облік ВМО обласними управліннями охорони навколишнього природного середовища.
2. Запровадити реальний первинний облік ВМО обласними управліннями охорони навколишнього природного середовища.
3. Створити дозвільну систему поводження з ВМО як з небезпечним відходом.
4. Створити систему економічного стимулювання діяльності в області збору ВМО.
5. Створити та забезпечити функціонування системи штрафів за порушення норм поводження з ВМО.

Дискусійним є питання в порядку впровадження системи збору ВМО та створення ряду установок, які б забезпечували необхідний об'єм перероблення зібраних ВМО. Адже у випадку створення системи збору ВМО, але за умови відсутності установок, які б зібрану ВМО переробляли, постає небезпека неконтрольованого накопичення ВМО, необхідності потужного складського господарства для їх зберігання до появи переробних виробничих потужностей (а цей час невизначений). У випадку ж першочергового будівництва установок, постає небезпека “заморожування” інвестицій на невизначений період – до налагодження стабільного функціонування системи збору ВМО.

На нашу думку, першочерговим повинно стати все таки запровадження системи збору ВМО. А зібрана цінна сировина за умови відсутності переробних потужностей може бути на перших порах продана іноземним країнам, де ці виробничі потужності успішно функціонують і багато з яких працюють не на повну потужність. Оскільки така діяльність є економічно вигідною, за невеликий час з'явиться ряд українських переробників ВМО, і тоді необхідно провести ряд законодавчих заходів щодо захисту вітчизняного виробника, які дозволять організувати систему перероблення ВМО на Україні.

Потребує окремого розгляду система класифікації зібраних ВМО. Вона повинна проводитись, як це прийнято в більшості країн світу, на основі аналізу фізико-хімічних показників ВМО кожної партії продукту і видачі сертифікату відповідності. Ті із них, які відповідають вимогам нормативних документів на регенерацію, на основі контрактів продаються підприємствам-переробникам. Інші доцільно направляти на спалювання в організації, які впроваджують технології використання нетрадиційних джерел енергії для створення нових видів палива (ТЕЦ, цементні, цегляні заводи та інші підприємства будівельної індустрії).

Нами запропоновано технологію комплексного процесу регенерації ВМО, який дозволяє реалізувати регенерацію для різних за початковим вмістом води ВМО [1 – 3]. Після реалізації технології регенована ВМО подається на повторне використання, а відділений від неї відпрацьований сорбент, який містить одночасно механічні частинки, які потрапили у ВМО в процесі використання – на утилізацію.

Висновки. Аналогічний алгоритм рішень можна розробити і для інших приведених вище екологічних загроз. Але всі вони повинні включати заходи, пов'язані із підвищенням екологічної свідомості суспільства. Як вже вказувалось вище, завдання підвищення екологічної свідомості може бути вирішене методами педагогіки, із використанням детально проаналізованих суб'єктів виховання та із застосуванням методів виховання. Найбільш дієвим методом виховання суспільства по всій

ймовірності буде метод заохочення (у випадку дотримання розробленого для ліквідації конкретної екологічної загрози екологічного законодавства – господарські та податкові пільги) і покарання (у випадку порушень цього законодавства). Реалізація стратегії мінімізації чи повного уникнення цієї екологічної загрози повинна широко відобразитись в мас-медіа (в тому числі – висвітлення застосовуваних покарань).

Таким чином, для ліквідації суспільно створених екологічних загроз необхідно також зусилля всього суспільства, екологічна свідомість якого внаслідок проведених виховних засобів підвищилась. І тільки за умови мобілізації цих зусиль, впровадження відповідної нормативної бази та необхідного технологічного забезпечення, можлива мінімізація відповідної екологічної загрози для інтересів збалансованого розвитку суспільства.

Література

1. Мальований М.С. Комплексна ресурсозбережна технологія регенерації відпрацьованих олив / М.С. Мальований, О.Г. Чайка, І.М. Петрушка, І.М. Захарко // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2007. – №1. – С. 38-42.
 2. Чайка О.Г. Комплексна регенерація відпрацьованої оливи деемульгаторами та природними сорбентами / О.Г. Чайка, М.С. Мальований, Я.М. Захарко, Н.Ю. Хомко // *Вісник “Хімія, технологія речовин та їх застосування”*. – Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – № 529. – С.196–198.
 3. Чайка О.Г. Регенерація відпрацьованих олив. Екологічні та технологічні аспекти / О.Г. Чайка, М.С. Мальований, Є.М. Семенишин [та ін.] // *Хімічна промисловість України*. – 2006. – № 5(76). – С.40-43.
-