

УДК 504.064.3:574

О.К. Тяпкін, Я.Я. Сердюк,
Н.С. Остапенко, В.А. Кириченко

**ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ,
ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ РОЗВИТКОМ
СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО
ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
ТЕРИТОРІЙ ВИДОБУВАННЯ ТА
ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ
УРАНОВОЇ СИРОВИНИ В
ЦЕНТРАЛЬНІЙ УКРАЇНІ**

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ, Україна*

Стабільне функціонування ядерно-енергетичного комплексу є важливою умовою сталого розвитку регіонів України. В Інституті проблем природокористування та екології НАН України підготовлено проекти Концепції переходу України до сталого розвитку та Державної програми переходу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку; запроєктовано систему екологічного моніторингу міста Жовті Води як базової локальної системи для зазначеного регіону. Показано, що перспективним шляхом розвитку регіональної системи екологічного моніторингу є застосування тектонічної та геолого-геофізичної інформації, а також інноваційного методу очищення ґрунтів – CLEANSOIL.

Стабильное функционирование ядерно-энергетического комплекса является важным условием устойчивого развития регионов Украины. В Институте проблем природопользования и экологии НАН Украины подготовлены проекты Концепции перехода Украины к устойчивому развитию и Государственной программе перехода региона добычи и первичной переработки уранового сырья к устойчивому развитию; запроектирована система экологического мониторинга города Желтые Воды как базовая локальная система для указанного региона. Показано, что перспективным путем развития региональной системы экологического мониторинга является использование тектонической и геолого-геофизической информации, а также инновационного метода очистки почв – CLEANSOIL.

Вступ

Можливість суспільства задовольняти свої потреби без збитку довкіллю і природним ресурсам багато в чому залежить від способу одержання енергії. У свою чергу, прийнятність того чи іншого способу одержання енергії залежить від відношення до нього суспільства, політичної кон'юнктури, рівня розвитку самого суспільства, ступеня впливу на навколишнє природне середовище. З 70-років ХХ століття швидко виріс внесок атомної енергії у виробництво електроенергії й зараз розвиток вітчизняних елементів ядерно-паливного циклу (ЯПЦ)

відноситься до числа принципових напрямів стратегічного планування, що забезпечують національну безпеку країни за паливно-енергетичними показниками. Протягом тривалого часу ядерно-енергетичний комплекс (ЯЕК) забезпечує істотну частину загального виробництва електроенергії в Україні (більше 40%), що робить його стабільне функціонування важливою умовою сталого розвитку як окремих регіонів України, так і країни в цілому. Розвиток ядерної енергетики сприяє реалізації концепції сталого розвитку, забезпечуючи значне скорочення споживання невідновлювальних органічних ресурсів. При визначених умовах, ядерна енергетика може розглядатися як зовнішнє джере-

© Тяпкін О.К., Сердюк Я.Я.,
Остапенко Н.С., Кириченко В.А., 2012

ло енергії стосовно біосфери. Імовірно, це є однією з найбільш істотних переваг ядерної енергетики в порівнянні з традиційною енергетикою на органічному паливі, що використовує внутрішні ресурси біосфери.

Багаторічний досвід експлуатації об'єктів ядерної енергетики свідчить, що в штатному режимі їх радіаційний вплив в порівнянні з природним фоном незначний і не здійснює значущого впливу на дози опромінення населення і біоти, тоді як викиди теплоелектростанцій (ТЕС) викликають постійне й істотне забруднення навколишнього середовища. Особливо небезпечні викиди сірчистих газів, які складають тисячі тон на 1 ГВт електричної потужності. Збільшення їх кількості в атмосфері разом з вуглекислим газом унаслідок викидів ТЕС може привести до парникового ефекту і несприятливих великомасштабних змін клімату на Землі. Вихід СО від ядерного паливного циклу складає 0,5-4% викидів, які виникають в результаті роботи еквівалентних за потужністю вугіль-

них ТЕС. Разом з тим, для ЯЕК у цілому, як і для будь-якої іншої високотехнологічної галузі, характерною є наявність ряду проблем, у тому числі екологічних. Так недосконалість промислових технологій, систем землекористування, невідповідність потребам виробництва екологічної інфраструктури, систем вилучення, переробки і знешкодження відходів, зношення інженерної інфраструктури призводять, зокрема в Промислового Придніпров'я, до забруднення атмосферного повітря, водних і земельних ресурсів, погіршення загального санітарно-гігієнічного стану та екологічної ситуації [1]. Враховуючи те, що саме тут (в Дніпропетровській області в середині 90-х років ХХ століття [2]) уперше в Україні була спроектована і створена дієва система комплексного екологічного моніторингу (СЕМ) – СЕМ «Придніпров'я», нині досвід її створення може бути використаний при розв'язанні аналогічних проблем, пов'язаних із розвитком ЯПЦ в центральній Україні.

Радіоекологічні проблеми в Центральній Україні

До числа найважливіших проблем ЯЕК, у першу чергу, відносяться питання поводження з радіоактивними відходами. В значній мірі це стосується техногенно навантаженої території в центральній частині Промислового Придніпров'я (Дніпропетровська та Кіровоградська області). Радіологічна ситуація в цьому регіоні по своїй складності і напруженості для навколишнього середовища в цілому й здоров'я населення, у тому числі майбутніх поколінь, не має аналогів на Україні. Тут протягом більш 50 років, здійснювалися (Східний гірничо-збагачувальний комбінат, ВО «Придніпровський хімічний завод» та інші підприємства) наступні виробничі й технологічні процеси: руднична розробка і підземне вилуговування уранових родовищ; доменна виплавка уранзалізовміщуючих руд; вилучення солей урану з уранових руд, їх концентратів і доменних шлаків уранзалізовміщуючих руд; поховання радіоактивних відходів видобутку та збагачення уранових руд тощо. В результаті через погіршення стану всіх компонентів природних ландшафтів, порушення основних соціально-економічних функцій цих ландшафтів, активізацію несприятливих природно-техногенних процесів та вичерпання еколо-

гічної ємності природних ландшафтів в цілому під загрозою опиняється екологічна безпека функціонування населених пунктів регіонів. Подальший розвиток радіологічної ситуації в значній мірі може бути залежним від масштабів втілення екологоорієнтованих (зокрема геотехнологічних) методів видобутку уранової сировини.

Україна планує наростити виробництво концентрату урану (U^{238}) в 2,3 рази з 822 тонн в 2008 році до 1,88 тис. тонн в 2013 році. Відповідно до концепції Державної цільової програми «Ядерне паливо України», збільшення виробництва уранового концентрату планується досягти не тільки підтримуючи видобуток уранової руди на діючих шахтах, а й шляхом введення до експлуатації нових родовищ. Найбільш освоєним у наш час геотехнологічним методом видобутку різних корисних копалин є підземне вилуговування (ПВ) – практично безвідходне виробництво, що здійснюється на місці залягання руд без суттєвого порушення існуючих природних умов на земній поверхні. Вірогідність забруднення денної поверхні, поверхневих водотоків і повітря при підземному вилуговуванні менша порівняно з традиційними (гірничими) способами розробки

родовищ. На відмінність від підземних і відкритих гірничих робіт добування урану способом ПВ не супроводжується відвалами руд, гірських порід і хвостосховищами, не відбувається осушення водоносних горизонтів, нема шахтних і стічних вод, які традиційно є суттєвими забруднювачами денної поверхні і джерел водопостачання [3]. ПВ дозволяє залучити у виробництво складні морфологічно й бідні рудні родовища при одночасному підвищенні продуктивності праці гірників по кінцевій продукції в 5-6 разів, зниженні капіталоемності виробництва в 1,5-2 рази, матеріалоемності – в 10-100 разів, енергоемності – в 5-10 разів, скоротити вихід відходів у десятки й сотні разів. Зокрема, при залученні в розробку бідних руд і середньорічних темпах росту споживання урану 3-5%, обсяги видобутої гірничої маси повинні бути б подвоюватися кожні 10-12 років. Впровадження ПВ бідних руд дозволяє такі обсяги не нарощувати.

В сучасних складних еколого-економічних умовах перспективним є вико-

ристання при розробці родовищ урану в умовах техногенно навантажених регіонів центральної України світового досвіду по застосуванню слабокислотного й водного вилуговування уранових руд [4, 5]. Ці способи вилуговування урану за повнотою його вилучення з надр не поступаються «твердій» сірчаноокислотній технології, а за собівартістю продукції економніші на 17-20%. Головна перевага полягає в тому, що величина водневого показника пластових вод, загальна мінералізація, склад і вміст основних мікрокомпонентів у процесі вилуговування й після його завершення в межах контуру рудного тіла мало відрізняються від фонових значень і відновлення експлуатованих вод після закінчення робіт практично не потрібне. Але питання впровадження слабокислотного й водного вилуговування уранових руд на території Промислового Придніпров'я потребує обов'язкового дослідження еколого-економічної доцільності застосування цих способів для місцевих природно-техногенних умов.

Розробка проектів законодавчої бази щодо переходу територій видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку

Основними причинами, що перешкоджають забезпеченню сталого розвитку техногенно навантажених регіонів України (в т.ч. видобування та первинної переробки уранової сировини), є нестабільність соціально-економічних умов у державі, відсутність науково обґрунтованої, чітко визначеної стратегії її сталого розвитку, недосконалість законодавчого і нормативного забезпечення формування адекватного умовам ринку фінансового, правового, інформаційно-комунікаційного простору, недосконалість правових, організаційних, економічних засад діяльності органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, фізичних осіб щодо формування повноцінного життєвого середовища.

У відповідності з розпорядженням Президії НАН України № 355 від 02.06.2006 р. науковці установ НАН України: Інституту проблем природокористування та екології, Інституту проблем ринку і економіко-екологічних досліджень, Інституту екології Карпат, Інституту географії, Інституту ботаніки ім. М.Г.Холодного та Ради по вивченню продуктивних сил України підготували

проект Концепції переходу України до сталого розвитку. Цей документ визначає цілісну систему поглядів на збалансованість соціального, економічного і екологічного розвитку України; правові основи, принципи, завдання й організаційні заходи переходу країни до сталого розвитку та має стати базисом для розробки необхідної стратегії, а також державних, регіональних, інших програм і проектів соціально-економічного розвитку на найближчу та віддалену перспективи. Проект Концепції розглянуто і схвалено на спільному засіданні Наукової ради НАН України з проблем навколишнього середовища і сталого розвитку та Національного комітету України з програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» та передано до Верховної Ради України.

Фахівцями Інституту проблем природокористування та екології НАН України було розроблено проект Державної програми переходу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку. Ця Програма розробляється відповідно до пункту 3 Постанови Кабінету Міністрів України (КМУ) від 5 травня 2003 року

№ 656 «Про затвердження Програми радіаційного і соціального захисту населення м. Жовті Води на 2003-2012 роки», а також вимог Постанови Верховної Ради України «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів» від 24 грудня 1999 року, Законів України і Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), спрямованих на забезпечення умов виходу з соціально-економічної кризи та сталого розвитку населених пунктів, екологічно безпечних умов життєдіяльності у місцях розміщення та впливу радіаційно небезпечних об'єктів з видобування, а також переробки уранової сировини. Ця програма (затверджена Постановою КМУ №1691 від 16.12.2004 р.) поширюється на регіони Дніпропетровської та Кіровоградської областей, які зазнавали в минулому, зазнають зараз або зазнають в майбутньому економічного чи екологічного впливу об'єктів видобування та первинної переробки уранової руди (Дніпропетровська область – міста Жовті Води, Дніпродзержинськ, Дніпропетровський, Криворізький, П'ятихатський та Софіївський райони; Кіровоградська область – місто Мала Віска, Петрівський, Маловісковський, Кіровоградський райони).

Головною метою зазначеної програми є забезпечення повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь мешканців регіону на основі його соціально, економічно і екологічно збалансованого розвитку шляхом раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо),

технологічного переоснащення і реструктуризації підприємств, удосконалення соціальної, виробничої, транспортної, комунікаційно-інформаційної, інженерної, екологічної інфраструктури, поліпшення умов проживання, відпочинку та оздоровлення, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини.

Серед пріоритетних завдань Програми, виходячи із соціальної спроможності підтримки і реального радіоекологічного стану уранових об'єктів, а також з огляду на еколого-економічну ефективність заходів особливо слід відзначити:

- проведення наукових досліджень, які б сприяли вирішенню соціально-економічних, екологічних, медико-біологічних та інших питань забезпечення сталого розвитку;
- створення регіональної інформаційної системи, систем екологічного та радіаційного моніторингу;
- удосконалення чинного законодавства та розроблення нових нормативно-правових актів з питань забезпечення сталого розвитку регіону та населених пунктів.

На сучасному етапі для ефективної реалізації її заходів необхідно визначення меж окремих зон зазначеного регіону. Для вирішення цієї задачі може бути використаний досвід визначення показника техногенного навантаження на територію з використанням інформації про параметри виробництва і виникаючого (в першу чергу радіоактивного) забруднення природного середовища [6, 7, 8].

Створення системи локального комплексного екологічного моніторингу території видобування та первинної переробки уранової сировини (на прикладах мм. Жовті Води та Дніпродзержинськ)

Місто Жовті Води має важливе господарське значення, тому що це єдиний в Україні центр, де відбувається переробка та первинне збагачення уранової руди, що вирішує загальнодержавні проблеми забезпечення ядерним паливом вітчизняної атомної енергетики [9, 10]. У відповідності з Державною програмою радіаційного та соціального захисту населення м. Жовті Води на 2003-2012 роки (затвердженою Постановою КМУ від 05.05.2003 р. № 656) в Інституті проблем природокористування та екології НАН України запроєктовано СЕМ міста Жовті

Води як базового територіального угруповання регіону видобування та первинної переробки уранової сировини. При цьому основною метою є створення та забезпечення функціонування системи постійного спостереження і контролю за станом навколишнього природного середовища, у тому числі радіаційним і медико-біологічним, отримання достовірних вихідних даних для прийняття екологічно обґрунтованих управлінських рішень.

В процесі проектування цієї системи виконано аналіз стану природного та соціаль-

ного середовища території міста Жовті Води. Надано характеристику основним об'єктам господарської діяльності міста. Сформульовані цілі та завдання системи моніторингу, визначені його види, об'єкти та обсяги. Складено регламенти моніторингу для кожного компоненту навколишнього середовища, визначені технічні засоби ведення екологічного моніторингу (стаціонарні та пересувні пости, методичне забезпечення їх діяльності).

Вибір контрольованих параметрів і структури моніторингу території м. Жовті Води визначається, в основному, впливом промислових об'єктів по переробці уранової руди з організованими викидами й об'єктів із неорганізованим надходженням радіоактивних речовин у навколишнє середовище (хвостосховища, полігон твердих побутових відходів та ін.), а також наявністю супутніх забруднювачів нерадіаційної природи (сульфат- і нітрат-іони, важкі метали тощо). Як контрольовані параметри 1-ої черги міської СЕМ прийняті: концентрація пилу в атмосферному повітрі; потужність еквівалентної дози γ -випромінювання; об'ємна активність радону в атмосфері; еквівалентна рівноважна об'ємна активність радону в атмосфері; питома активність довгоживучих природних радіонуклідів в атмосферному повітрі, поверхневих і підземних водах, ґрунті, рослинності; концентрація шкідливих хімічних речовин (оксид вуглецю, двооксид азоту, двооксид сірки) у атмосферному повітрі; концентрація шкідливих хімічних речовин у ґрунті, воді, донних відкладах, рослинності; концентрація важких металів у ґрунті, воді, донних відкладах, рослинності; показники медико-біологічного стану здоров'я населення.

У зв'язку з обмеженим обсягом фінансування для організації СЕМ міста регламент його 1-ої черги передбачає тільки дослідження поверхневих і приповерхневих умов. Разом із цим, відомо, що в районі м. Жовті Води (як і майже усієї території регіону видобування та первинної переробки уранової сировини) можливі інтенсивні прояви сучасних природно-техногенних (ендогенних і екзогенних) процесів. Взагалі, особливості тектонічної (розломно-блокової) будови є одним з основних чинників, які визначають не тільки геодинамічну, а й екологічну обстановку будь-якого регіону. Тому для по-

дальшого розвитку системи комплексного екологічного моніторингу регіону необхідне всебічне геолого-геофізичне вивчення розломно-блокової будови території, що дозволить створити просторовий «каркас» локальних систем моніторингу.

На основі існуючого досвіду використання геолого-геофізичних методів у моніторингу довкілля [11, 12, 13, 14, 15] у локальній СЕМ населених пунктів регіону доцільно проведення геофізичних досліджень на трьох масштабних рівнях.

Особливу увагу в межах цього регіону також слід приділити місту Дніпродзержинськ, на яке в останні роки сконцентровано увагу на державному рівні, в т.ч. розроблено план першочергових заходів на період до 2009 року з поліпшення екологічного стану м. Дніпродзержинська (Розпорядження КМУ від 12.11.2008 р. № 1425-р), заходи щодо забезпечення екологічної безпеки м. Дніпродзержинська та поліпшення соціального захисту населення міста (Розпорядження КМУ від 11.08.2010 р. № 1628-р), Державну цільову екологічну програму приведення в безпечний стан уранових об'єктів виробничого об'єднання «Придніпровський хімічний завод» (Постанова КМУ від 30.09.2009 р. № 1029) тощо.

В Інституті проблем природокористування та екології НАН України для м. Дніпродзержинська розроблено основні положення системи комплексного екологічного моніторингу як державної (міжвідомчої) автоматизованої інформаційної системи, що здійснює збір, зберігання та обробку екологічної інформації для багатофакторної (комплексної) оцінки і прогнозу стану природного середовища (атмосфери, гідросфери, літосфери), біоти та здоров'я населення, розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних природоохоронних, соціальних, економічних та інших рішень органів місцевого самоврядування [16]. Основними завданнями такої системи є: систематичні спостереження (стеження) за станом навколишнього природного середовища, джерелами та рівнем його забруднення; оцінка (діагноз) існуючого стану навколишнього природного середовища; забезпечення органів місцевого самоврядування своєчасною, систематичною та достовірною інформацією про стан навколишнього природного середовища,

Таблиця 1 – Залучення комплексу геолого-геофізичних методів до моніторингу довкілля

№ з/п	Масштабний рівень	Віддаленість від основного об'єкту вивчення	Загальне завдання досліджень масштабованого рівня	Базові геофізичні методи	Завдання, що вирішуються геолого-геофізичними методами
1	дрібномасштабні дослідження	до 100-150 км	Оцінка сейсмобезпеки регіону	Сейсморозвідка МЗГТ і ГСЗ	Комплексне геолого-геофізичне вивчення структурно-тектонічних особливостей земної кори і верхньої мантії, а також впливу розломів мантійного закладання на зв'язок території міста з джерелами небезпечних сейсмічних подій в зоні «Вранча» (Румунія) і акваторії Чорного моря
				Гравіметрія	
2	середньомасштабні дослідження	до 20-30 км	Створення єдиної фізико-геологічної моделі розломно-блокової будови району	Електророзвідка методом становлення поля в ближній зоні (СБЗ) і МТЗ	Вивчення глибинного геоелектричного розрізу з дослідженням розривних порушень і з'ясуванням природи регіональних аномалій електропровідності, отриманих за даними магнітотелуричного зондування для глибинних частин земної кори
				Сейсморозвідка МЗГТ	Уточнення місця розташування окремих розломів і їх будови, а також вивчення взаємозв'язків глибинних і приповерхневих геологічних структур, в тій або іншій мірі пов'язаних з сейсмонезбезпечкою територією
3	детальні дослідження	до 2-5 км	Вивчення геологічної будови і тектонічних особливостей кристалічного фундаменту і осадочних відкладів, а також напружено-деформованого стану масивів гірських порід	Сейсморозвідка МЗХ	Детальне вивчення як осадочних відкладів, так і поверхні кристалічного фундаменту з виявленням тектонічних порушень і послаблених зон території
				Електророзвідка ВЕЗ-ВП, ДВП, ЧЕЗ	
				Вивчення природного імпульсного електромагнітного поля Землі	
				Гравіметрія	Уточнення місць виходів під осадочний чохол розломів в кристалічному фундаменті і їх площинне картування
				Магнітометрія	
				Спектроналі козмо- і аерозйомки	Виявлення тектонічних порушень, пропущених традиційними геолого-знімальними роботами, а також розподіл розломів, що картуються, на сучасно активні і «пасивні» для визначення потенційної інтенсивності проявів і напрямку розвитку сучасних екзогенних процесів

рівні його забруднення, а також прогнозами і попередженнями про можливість зміни цих рівнів. У методичному плані ця система комплексного екологічного моніторингу буде ґрунтуватись на базових принципах СЕМ

«Придніпров'я», в якій поєднуються чотири основні функції – спостереження, оцінка, прогноз і управління якістю навколишнього природного середовища регіону. Тому в системі, як необхідний елемент, крім постів

збору, обробки, накопичення інформації включаються відповідні органи державного та відомчого управління.

При створенні картографічної основи системи комплексного екологічного моніторингу активно використовувались напрацювання Інституту проблем природокористування та екології НАН України щодо організації та проведення площинних геоекологічних досліджень та оцінки якості стану навколишнього середовища та його компонентів [17, 18]. Різномасштабні результати цих досліджень знайшли своє відображення також у виданих Екологічних картах Дніпропетровської області масштабу 1:330000 (1998 р.) і м. Дніпропетровська масштабу 1:25000 (2001 р.), Екологічному атласі Дніпропетровської області масштабу 1:1000000

(2009 р.) [19]; були використані при підготовці вихідних матеріалів для Розпорядження КМУ від 07.02.2001 р. № 122 про надзвичайну екологічну ситуацію, що склалася в Широківському районі Дніпропетровської області, і при підготовці обґрунтування для визначення зон техногенно-екологічної небезпеки в Західному Донбасі, при виконанні геоекологічного зонування району м. Кривого Рогу для розподілу коштів, отриманих від реалізації державної частини акцій ВАТ «КГМК «Криворіжсталь» на заходи щодо поліпшення еколого-економічного стану прилеглих до м. Кривого Рогу населених пунктів (згідно Закону України від 23.02.2006 р. №3469 – IV «Про внесення змін до Закону України «Про Державний бюджет України на 2006 рік»).

Деякі першочергові завдання розвитку системи комплексного екологічного моніторингу територій видобування та переробки уранової сировини

Актуальним завданням розвитку дієвої системи комплексного екологічного моніторингу територій видобування та первинної переробки уранової сировини є визначення пріоритетних напрямів поширення небезпечного впливу об'єктів ЯПЦ для концентрації управлінський зусиль із зниження радіологічної дії на довкілля і населення. Базою рішень тут може бути відома роль тектонічних розломів в поширенні техногенного радіоактивного забруднення [8, 20]. Обґрунтовано сучасні перспективи розв'язання вказаної задачі, пов'язані з використанням геолого-геофізичної інформації на базі фундаментальних законів фізики Землі, та, в першу чергу, явища геоізоастазії, зміни локальної метеорологічної ситуації і розвитку підтоплення з переміщенням блоків земної кори (першопричиною яких є зміна ротаційного режиму планети), що дозволяє оцінити «гео-екологічний» взаємозв'язок. Отримані результати [21, 22] відкривають можливість прогнозування геоекологічних наслідків потужних (не лише радіоактивних) викидів існуючих і проєктованих промислових об'єктів підвищеної екологічної небезпеки з використанням тектонічних даних. Виявлені закономірності можуть бути покладені в основу розробки методики прогнозування підтоплення різних регіонів, а також – методики довгострокового регіонального прогнозу метеоситуації. Для вирішення останнього

завдання додатково можуть бути використані закони циклічності різноманітних природних явищ. Усе це сприяє підвищенню якості прогнозування змін стану довкілля на великих територіях під впливом зміни планетарних параметрів функціонування Землі (в першу чергу, її ротаційного режиму), а також прямої екологічної дії зміни активності Сонця, проходження планетою різних космічних зон та ін.

Подальші перспективи практичного використання отриманих результатів пов'язані з процесом наукового супроводу реалізації заходів вказаної вище Державної програми сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини (затвердженої Постановою КМУ № 1691 від 16.12.2004 р.). Тут однією з умов підвищення якості управлінських рішень при прогнозуванні можливих аварійних ситуацій з тяжкими радіоекологічними наслідками може бути обґрунтована концентрація зусиль і фінансів на конкретних найбільш небезпечних напрямах – прогнозованих секторах. Зараз визначені (за тектонічними даними) сектори небезпечного впливу об'єктів ЯПЦ, в т.ч. шахтного видобутку урану біля м. Кіровограда і Смоліно, промислової переробки уранової сировини на території м. Жовті Води і зупинене, але не ліквідоване, уранове підприємство на території м. Дніпродзержинськ зі своїми незаконсервованими схо-

вищами радіоактивних відходів. Як видно, великі промислові центри центральної України (в т.ч. Дніпропетровська з більш ніж мільйонним населенням) потрапляють на напрями потенційної небезпечної дії об'єктів ЯПЦ. Отримані результати можуть бути використані не тільки для оптимізації регіональної і локальних систем комплексного екологічного моніторингу, але й для обґрунтування просторового розвитку (або ліквідації) вказаних об'єктів.

Використання нових положень фізики Землі, зокрема моделі геїзостазії, відкриває можливості ефективного розв'язання проблем зменшення небезпечних екологічних наслідків аварій на об'єктах ядерного паливного циклу та інших великих промислових підприємств. Значна кількість тектонічної інформації (про розломи земної кори), накопичена в результаті багаторічних регіональних і локальних геологорозвідувальних досліджень, є новою основою прогнозування конкретних напрямів як тривалого, так і короткочасного (аварійного) небезпечного екологічного впливу техногенних і природних катастроф на населення і господарський комплекс конкретної території. Отримані результати дозволять концентрувати необхідні адміністративні зусилля і фінанси на запобігання розвитку і ліквідацію виниклих небезпечних геоекологічних процесів і забруднення.

Серед актуальних проблем реалізації управлінських рішень на території видобування та первинної переробки уранової сировини особливо слід відзначити очищення ґрунтів від будь-якого (в т.ч. радіоактивного) забруднення. Сьогодні найбільш поширений метод очищення ґрунтів від забруднюючих речовин включає їх повну екскавацію і видалення для наступного очищення на спеціальних майданчиках або поховання на спеціальних полігонах. Як правило, це дуже дорогі методи, що викликають важке техногенне навантаження на території, у тому числі пов'язане з великими відстанями перевезення та високим ризиком техногенних аварій при цьому. Більше того, у багатьох випадках екскавація взагалі неприйнятна з фінансових або технічних міркувань. У зв'язку з цим науково-практичне завдання розробки і обґрунтування нової технології видалення забруднювачів з ґрунту і порід придбало особливу актуальність.

Для таких випадків шведськими і німецькими фахівцями запропонований метод очищення ґрунтів під будівлями і спорудами із збереженням їх функціонального призначення (метод CLEANSOIL) [23, 24, 25]. Метод CLEANSOIL включає облаштування у межах забрудненої території на певній глибині системи горизонтальних свердловин, що оснащуються перфорованими пластиковими трубами з сорбентами в спеціальних рукавних місткостях (рисунок 1). Через певний період часу, коли за допомогою сорбентів з ґрунту вилучено забруднювачі до необхідного рівня, система видаляється, а сорбенти проходять регенерацію для повторного використання або утилізуються.

У Інституті проблем природокористування та екології НАН України виконано експериментальну перевірку застосовності методу CLEANSOIL, обґрунтовано раціональні параметри його застосування і вибір ефективних сорбентів для очищення ґрунтів від забруднення [26, 27, 28, 29, 30, 31]. Роботи виконані на основі методичних матеріалів ІППЕ НАН України та інших учасників міжнародного проекту CLEANSOIL: Verein zur Forderung des Technologie Transfers an der Hochschule Bremerhaven e.V. (Німеччина); Bioazul S.L. (Іспанія); М. V. Lomonosov Moscow State University (Російська Федерація); Globe Water AB (Швеція); Ugra State University (Російська Федерація); Warsaw University of Technology (Польща); Institute for Industrial Ecology of the North, Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences (Російська Федерація).

Метод CLEANSOIL може стати ефективним, практичним і економічно вигідним, застосовним для обробки великих територій забруднених земель, а також для відповідних превентивних заходів. Більше того, він може застосовуватися там, де інші методи (як in-situ, так і ex-situ) неприйнятні, наприклад, під існуючою інфраструктурою. До того ж використання різних сорбентів і реактивів робить його прийнятним для вилучення широкого спектру забруднювачів. Об'єднуючи цей метод з методом промивання ґрунтів, ефект може бути посилений в результаті проведення процесу адсорбції, що виключає екологічні проблеми, пов'язані з використанням методу промивання.

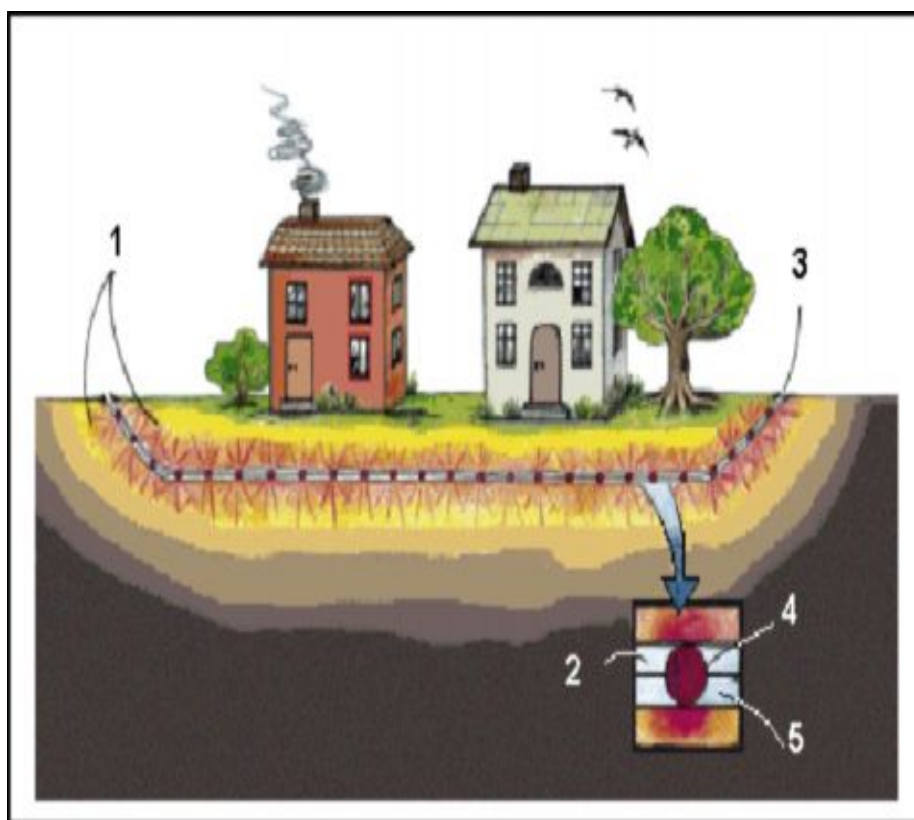


Рисунок 1 – Інноваційний метод очищення забруднених ґрунтів і порід CLEANISOIL, що підстилають їх (1 – ґрунти, що очищаються, і породи; 2 – перфорована поверхня труби, через яку просочується підземна вода із забруднювачем; 3 – горизонтально пробурена свердловина; 4 – матеріал, що сорбує; 5 – рукавна місткість для сорбентів)

Висновки

Підводячи підсумки необхідно відзначити наступне.

1. Зараз розвиток вітчизняних елементів ядерно-паливного циклу належить до принципів напрямів стратегічного планування, що забезпечують національну безпеку країни за паливно-енергетичними показниками. Стабільне функціонування ядерно-енергетичного комплексу є важливою умовою сталого розвитку як окремих регіонів України, так і країни в цілому. Але через недосконалість промислових технологій, систем землекористування, невідповідність потребам виробництва екологічної інфраструктури, систем вилучення, переробки і знешкодження відходів, зношення інженерної інфраструктури мають місце, зокрема в Промисловому Придніпров'ї, забруднення довкілля, погіршення загального санітарно-гігієнічного стану та екологічної ситуації.

2. Однією з основних причин, що перешкоджають забезпеченню сталого розвитку

техногенно навантажених регіонів України (в т.ч. видобування та первинної переробки уранової сировини), є недосконалість законодавчого і нормативного забезпечення та відсутність науково обґрунтованої, чітко визначеної стратегії сталого розвитку як регіонів так і території держави в цілому. Інститутом проблем природокористування та екології разом із іншими установами НАН України підготовлено проект Концепції переходу України до сталого розвитку та передано до Верховної Ради України для прийняття відповідного законодавчого документу. Фахівцями Інституту проблем природокористування та екології НАН України також було розроблено проект Державної програми переходу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку (затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 16.12.2004 р. №1691).

3. У відповідності з Державною програмою радіаційного та соціального захисту населення м. Жовті Води на 2003-2012 роки (затвердженою Постановою КМУ від 05.05.2003 р. № 656) в Інституті проблем природокористування та екології НАН України запроєктовано СЕМ міста Жовті Води як базового територіального угруповання регіону видобування та первинної переробки уранової сировини. Надалі в зазначеному інституті для іншого населеного пункту цього регіону – м. Дніпродзержинськ розроблено основні положення системи комплексного екологічного моніторингу як державної (міжвідомчої) автоматизованої інформаційної системи, що здійснює збір, зберігання та обробку екологічної інформації для багатофакторної оцінки і прогнозу стану основних компонентів природного середовища, біоти та здоров'я населення, розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних природоохоронних, соціальних, економічних та інших рішень органів місцевого самоврядування.

4. Перспективи розвитку дієвої системи комплексного екологічного моніторингу територій видобування та первинної переробки уранової сировини пов'язані із застосуванням

тектонічної та геолого-геофізичної інформації на базі фундаментальних законів фізики Землі, та, в першу чергу, явища геоізоастазії. Отримані в Інституті проблем природокористування та екології НАН України результати створюють можливість прогнозування гео-екологічних наслідків потужних (не лише радіоактивних) викидів існуючих і проєктованих промислових об'єктів підвищеної екологічної небезпеки з використанням тектонічних даних. Виявлені закономірності можуть бути покладені в основу розробки методики прогнозування підтоплення різних регіонів, а також – методики довгострокового регіонального прогнозу метеоситуації. Серед актуальних проблем реалізації управлінських рішень на території видобування та первинної переробки уранової сировини особливо слід відзначити можливість очищення ґрунтів від будь-якого (в т.ч. радіоактивного) забруднення на основі адаптованої до умов Промислового Придніпров'я технології CLEAN SOIL, яка в техніко-технологічному аспекті заснована на застосуванні технології горизонтального спрямованого буріння свердловин, згодом оснащуваних системою тканинних рукавних пристроїв, що заповнюються чистячими сорбентами.

Перелік посилань

1. Environmental problems of uranium ore extraction and primary processing regions in Ukraine / A.G. Shapar, M.A. Emets, O.K. Tyapkin, O.A. Skripnik // *Okologische und Technologische Aspekte der Lebensversorgung (Euro-Eco-2007): proceeding of II International symposium.* – Hannover, Germany, 2007. – P.48-49.

2. Комплексная система экологического мониторинга окружающей среды Днепропетровской области / Н.В. Кушинов, В.Д. Инин, Г.В. Пасечный [и др.] // *Геоэкологічні дослідження: стан і перспектива: междунар. научн.-практ. конф.* – Ивано-Франковск, 1995. – С.79-80.

3. Справочник по геотехнологии урана / [под ред. Д.И. Скороварова]. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 672 с.

4. До питання зниження екологічного навантаження на територію при розробці уранових родовищ / Н.С. Остапенко, О.К. Тяпкін, В.А. Кириченко [та ін.] // *Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України.* – Вип.13. – 2010. – С.118-131.

5. До питання екологобезпечного функціонування підприємств ядерно-паливного циклу в Промисловому Придніпров'ї / Н.С. Остапенко, О.К. Тяпкін, Л.В. Бондаренко, В.А. Кириченко // *Науковий вісник Національного гірничого університету.* – 2011. – №3. – С.76-84.

6. Тяпкин О.К. Прогнозирование развития радиологической обстановки в условиях юго-востока Украины / О.К. Тяпкин // *Доповіді Національної академії наук України.* – 2001. – №10. – С.116-120.

7. Шапарь А.Г. Экогеофизические аспекты районирования промышленно и техногенно-нагруженных регионов / А.Г. Шапарь, О.К. Тяпкин // *Доповіді Національної академії наук України.* – 1999. – №3. – С.133-137.

8. Tyapkin O.K. The Prediction of Changes of a Radiological Situation of Industrial Advanced Regions of NIS / O.K. Tyapkin, A.G. Shapar, J.G. Troyan // EAGE 63rd Conference and Technical Exhibition. – Amsterdam, The Netherlands, 2001. – v.2. – Paper P233. – 4 p.

9. Ляшенко В.І. Радіаційний та соціальний захист населення міста Жовті Води. Проблеми та шляхи вирішення / В.І. Ляшенко // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: праці 2-ої міжнародн. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2003. – С.29-32.

10. Шапар А.Г. Науково-практична підтримка реалізації стратегії сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини / А.Г. Шапар, О.К. Тяпкін, М.А. Ємець // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.7. – 2004. – С.12-20.

11. Адаменко О.М. Екологічна геофізика: підручник / О.М. Адаменко, Г.Й. Квятковський. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 501 с.

12. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика / Г.С. Вахромеев. – Иркутск: ИрГТУ, 1995. – 216 с.

13. Вижва С.А. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів / С.А. Вижва. – Київ: Обрій, 2004. – 236 с.

14. Шапарь А.Г. Применение геофизических методов при решении задач техногенной безопасности / А.Г. Шапарь, О.К. Тяпкин // Геофизический журнал. – 2001. – т.23, №5. – С.81-91.

15. Bilashenko O.G. “Geophysical” modernization of complex ecological monitoring system on the territory surround storages of radioactive waste / O.G. Bilashenko, O.K. Tyapkin // Довкілля – XXI: праці V міжнародн. молодіжн. науков. конф. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2010. – С.55-58.

16. Концептуальні положення комплексного екологічного моніторингу районів радіаційно небезпечних об'єктів / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, О.К. Тяпкін [та ін.] // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.14. – Дніпропетровськ, 2011. – С.224-233.

17. Стратегія і тактика сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач [та ін.] – Дніпропетровськ: Моноліт, 2004. – 320 с.

18. Шапар А.Г. Методичні вказівки щодо оцінки якості стану навколишнього середовища та його компонентів / А.Г. Шапар, О.К. Тяпкін, Я.Я. Сердюк // Збірник методичних рекомендацій щодо впровадження еколого-орієнтованих технологій. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2005. – С.114-165.

19. Екологічний атлас Дніпропетровської області / [під заг. ред. А.Г. Шапара]. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2009. – 64 с.

20. Шапарь А.Г. Использование фундаментальных законов физики Земли для решения некоторых проблем экологии / А.Г. Шапарь, О.К. Тяпкин // Научный вестник Национальной горничей академии. – 2002. – №4. – С.95-97.

21. Тяпкин О.К. К вопросу создания экотектонической основы решения проблем рационального природопользования и техногенной безопасности / О.К. Тяпкин // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.8. – 2005. – С.179-183.

22. Тяпкин О.К. Прогнозирование направлений распространения опарного геоэкологического влияния объектов ядерно-топливного цикла на основе тектонической информации / О.К. Тяпкин // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.14. – 2011. – С.203-210.

23. CLEANSOIL. An Innovate Method for the On-Site remediation of Polluted Soil Under Existing Infrastructures. INCO-STREP Project supported by the European Commission under the 6th Framework Programme (FP6). INCO-CT-2005-013420 // Verein zur Forderung des Technologie Transfers an der Hochschule Bremerhaven e.V. (TTZ – Bionord, Germany). – Bremerhaven, 2005. – 2 p.

24. EU Project CLEANSOIL – An Innovative Method for the on-site Remediation of Polluted Soil under Existing Infrastructures / P. Schwalbe, A.M.L. López, G. Schories [etc.] // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: праці третьої Міжнародної наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2005. – Частина 1. – С. 133-138.

25. Innovative Process for the on-site Decontamination of Soils / R. Surma, U. Berggren, P. Schwalbe [etc.] // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: праці третьої Міжнародної наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ, 2005. – Частина 2. – С. 186-189.

26. Adsorption organic pollutants on soil surface and the characteristic of absorption of water and pesticide for Ukrainian part of EU project CLEANSOIL – an innovative method for the on-site remediation of polluted soil under existing infrastructures / Ye.Yu. Andreev, V.M. Grynyov, O.A. Skrypnik, O.K. Tyapkin // Довкілля – XXI: праці III міжнародн. молодіжн. науков. конф. – Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України, 2006. – Т.2. – С.4-6.

27. Increase of Efficiency of Soil Remediation from Radioactive Pollution / O.K. Tyapkin, A.G. Shapar, N.A. Yemets, O.G. Bilashenko // Proc. EAGE 71st Conference and Technical Exhibition. – Amsterdam, The Netherlands, 2009. – Paper R009. – 4 p.

28. Shapar A.G. Increase of Efficiency of Soil Remediation near Stores of Radioactive Wastes / A.G. Shapar, O.K. Tyapkin, N.A. Yemets // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.11. – 2008. – С.103-109.

29. Some results of soil pesticides removal in Ukrainian part of EU Project CLEANSOIL – An innovative method for the on-site remediation of polluted soil under existing infrastructures / A.G. Shapar, O.A. Skrypnik, O.K. Tyapkin, N.A. Yemets' // Okologische und Technologische Aspekte der Lebensversorgung (Euro-Eco-2007): proceeding of II International symposium. – Hannover, Germany, 2007. – P.46-48.

30. Some results of steppe soil pesticides removal in Ukraine / A.G. Shapar, N.A. Yemets', O.K. Tyapkin, O.A. Skrypnik // Soil and Wetland Ecotoxicology (SOWETOX-2007): proceeding of International Meeting. – Barcelona, Spain, 2007. – Paper 1.2.19. – 6 p.

31. Some results of use of untrench technologies for clean soils for pesticides / A.G. Shapar, M.A. Yemets, O.K. Tyapkin, O.A. Skrypnik // 26-th Conference and Exhibition for Trenchless Technologies NO-DIG 2008. – Moscow: SIBICO International Ltd., 2008. – 6 p.

*O.K. Tyapkin, Ya.Ya. Serdyuk,
N.S. Ostapenko, V.A. Kirichenko*

**THE DECISION OF PROBLEMS
OF DEVELOPMENT OF SYSTEM
OF COMPLEX ECOLOGICAL
MONITORING OF TERRITORIES
OF PRODUCTION AND PRIMARY
PROCESSING OF URANIUM RAW
MATERIAL IN CENTRAL UKRAINE**

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

The stable functioning of nuclear-power complex is the important condition of steady development of regions of Ukraine. In Institute of Nature Management Problems & Ecology of NAS of Ukraine prepared the projects of the Concept of transition of Ukraine to sustainable development and State program of transition of region of production and primary processing of uranium raw material to sustainable development; the system of ecological monitoring of city Zheltye Vody as base local system for the region is projected. Is shown, that the perspective way of development of regional system of ecological monitoring is use tectonic and geological-geophysical information, and also Innovate method of soil clearing – CLEANSOIL.

*Надійшла до редколегії 19 жовтня 2011 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук М.А. Ємцем*