

УДК 504.064.3:574

*О.К. Тяпкін,
М.А. Ємець***ПРОСТОРОВІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ
КОМПЛЕКСНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ
МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕРИТОРІЇ
ВИДОБУВАННЯ ТА ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ
УРАНОВОЇ СИРОВИНИ***Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

Приведены пути решения основных заданий пространственной организации комплексных экологических мониторинговых исследований региона добычи и первичной переработки уранового сырья. Для определения пространственных границ и зонирования территории этих исследований может быть использован опыт определения показателя техногенной нагрузки на территорию с использованием информации о параметрах производства и возникающего (в первую очередь радиоактивного) загрязнения природной среды. Для создания локальных систем комплексного экологического мониторинга населенных пунктов запроектирована такая система города Желтые Воды (как базовой территориальной группы региона добычи и первичной переработки уранового сырья) с дальнейшим геолого-геофизическим изучением разломно-блокового строения населенных пунктов региона и прилегающих территорий. Определен фоновый (контрольный) полигон региональной системы комплексного экологического мониторинга указанного региона на западе Пятихатского района Днепропетровской области на границе с Кировоградской областью, где по результатам детальных литогеохимических исследований концентрация ни одного химического элемента-загрязнителя в почве не превышает предельно допустимой концентрации или тройного "кларкового" значения.

Наведено шляхи вирішення основних завдань просторової організації комплексних екологічних моніторингових досліджень регіону видобування та первинної переробки уранової сировини. Для визначення просторових границь та зонування території цих досліджень 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. Для створення локальних систем комплексного екологічного моніторингу населених пунктів запроектовано таку систему міста Жовті Води (як базового територіального угруповання регіону видобування та первинної переробки уранової сировини) із подальшим геолого-геофізичним вивченням розломно-блокової будови населених пунктів регіону та прилеглих територій. Визначено фоновий (контрольний) полігон регіональної системи комплексного екологічного моніторингу зазначеного регіону на заході П'ятихатського району Дніпропетровської області на межі з Кировоградською областю, де за результатами детальних літогеохімічних досліджень концентрація жодного хімічного елементу-забруднювача в ґрунті не перевищує гранично допустимої концентрації або потрійного «кларкового» значення.

Вступ

Нині досвід створення дієвої системи комплексного екологічного моніторингу (СЕМ) – СЕМ "Придніпров'я" (яка була уперше в Україні спроектована і створена в Дніпропетровській області в середині 90-х

років ХХ століття [5]) може бути використаний при вирішенні аналогічних проблем, пов'язаних із розвитком ядерно-паливного циклу України на території Промислового Придніпров'я.

Екологічна ситуація тут (як і в Україні в цілому) формувалася протягом тривалого періоду без урахування об'єктивних законів

розвитку та поновлення природно-ресурсних комплексів. У результаті створилася структурна деформація господарського комплексу, при якій перевага віддавалася розвитку ресурсодобувних і переробних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості. Крім того, регіональна радіологічна ситуація за своєю складністю і напруженістю для навколишнього середовища в цілому й здоров'я населення, у тому числі – майбутніх поколінь, не має аналогів на Україні. Тут протягом більш ніж півстоліття здійснювалися наступні виробничі й технологічні процеси: руднична розробка і підземне вилуговування уранових родовищ; доменна виплавка уранзалізовмістних руд; вилучення солей урану з уранових руд, їх концентратів і доменних шлаків уранзалізовмістних руд; поховання радіоактивних відходів видобування та збагачення уранових руд тощо (Східний гірничо-збагачувальний комбінат, ВО «Придніпровський хімічний завод» та інші радіаційнонебезпечні підприємства). В результаті через погіршення стану всіх компонентів довкілля, порушення основних соціально-економічних функцій ландшафтів, активізацію несприятливих природно-техногенних процесів та вичерпання екологічної ємності території в цілому під загрозою опиняється екологічна безпека функціонування населених пунктів регіону.

Для вирішення основних еколого-економічних проблем цього регіону видобування та первинної переробки уранової сировини (який включає міста Жовті Води і Дніпродзержинськ, Дніпропетровський,

Криворізький, П'ятихатський та Софіївський райони Дніпропетровської області, а також міста Кіровоград і Мала Виска, Кіровоградський, Маловисківський та Петрівський райони Кіровоградської області) була розроблена Державна програма його сталого розвитку (затверджена Постановою Кабінету Міністрів України №1691 від 16.12.2004 р.).

Такий розвиток передбачає створення повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь на основі його соціально, економічно та 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 і збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини [6, 12].

Досягнення цієї мети неможливе без вирішення основних завдань зазначеної програми, серед яких особливо слід відзначити необхідність створення регіональної СЕМ. Для вирішення цієї основної задачі необхідне попереднє розв'язання декількох окремих ключових завдань просторової організації комплексних екологічних моніторингових досліджень, в т.ч. визначення просторових границь та зонування території зазначеного регіону, проектування локальних СЕМ населених пунктів регіону та вибір фонового (контрольного) полігону системи.

Визначення просторових границь та зонування території 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 [9, 10, 14]. У площинному відношенні оцінити сумарну величину техногенного навантаження дозволяє співстав-

лення інформації про густоту різних транспортних магістралей з даними про видобувну і обробну промисловість. Формально ця процедура виглядає в такий чином. Під техногенним навантаженням G_t розуміється сумарний вплив транспорту і промисловості, а також техногенне радіоактивне забруднення з відповідними ваговими коефіцієнтами K :

$$G_t = \sum_{i=1}^6 K_i^L \times L_i + \sum_{j=1}^{10} K_j^S \times S_j + \sum_{n=1}^3 K_n^F, \quad (1)$$

де L_i – довжина магістралей i -го виду транспорту; S_j – частка площі ковзного вікна, займана j -им об'єктом.

Конкретні значення вказаних коефіцієнтів K для умов Промислового Придніпров'я зведено до таблиці 1 [14].

Таблиця 1 – Вагові коефіцієнти впливу різних техногенних об'єктів

Техногенні об'єкти			Вагові коефіцієнти		
Промисловість	Оброблювальна	Хімія	K_1^F	0,1	
		Деревообробка і виробництво будматеріалів	K_2^F	0,2	
		Машинобудування і металообробка	K_3^F	0,3	
		Металургія	K_4^F	0,4	
	Добувна	Підземна розробка	K_5^F	0,25	
		Підземна розробка	K_6^F	1,0	
Транспорт	Лінійні об'єкти	Лінії електропередачі	K_1^L	0,02	
		Автодороги	Локального значення (рівня)	K_2^L	0,04
			Регіонального значення	K_3^L	0,06
			Державного значення	K_4^L	0,08
		Залізниці	Неелектрифіковані	K_5^L	0,08
			Електрифіковані	K_6^L	0,12
	Локальні об'єкти	Аеродроми	K_7^F	0,5	
		Залізничні вузли	K_8^F	1,0	
		Електро-	підстанції	K_9^F	0,1
			станції	K_{10}^F	0,5
Міський електротранспорт	K_1^S	0,5			
Діянки техногенного радіоактивного забруднення	Потужність експозиційної дози γ - випромінювання >20-30 мкР/годину		K_2^S	1,0	
	Площинне забруднення $Cs^{137} >1 \text{ Ки/км}^2$ і $Sr^{90} >0,15 \text{ Ки/км}^2$		K_3^S	1,0	

Але вирішення поставленої «просторової» задачі не можливе без урахування змін радіологічного стану території у часі. В основу технології прогнозування розвитку радіологічного стану регіону P може бути покладено припущення про зміну сучасного

$$M(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i \quad \text{та} \quad F(\Delta t) = \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot A_j \quad (2)$$

$$P(\Delta t) = M(\Delta t) + F(\Delta t) = \sum_{i=1}^n K1_i(\Delta t) \cdot k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m K2_j(\Delta t) \cdot k_j' \cdot A_j \quad (3)$$

Параметри C_i і A_j у (2) і (3) є просторовими складовими оцінок радіоактивного забруднення різних геосфер (літосфери, гідросфери, атмосфери). Конкретне їх поєднання наведено у [9, 14]. Коефіцієнти k_i і k_j' корегують просторові оцінки C_i і A_j відповідно до умов життєдіяльності людини на основі діючої нормативно-регламентуючої бази. Ці коефіцієнти визначаються як співвідношення існуючих або прогнозованих радіологічних параметрів і нормативно встановлених граничнодопустимих. Нормовані до одиниці

стану M розподілу радіонуклідів в усіх геосферах, зумовленого поєднанням природних і антропогенних чинників, під впливом сукупності техногенних (здебільшого аварійних) процесів F . Тоді як M , так і F є функціями, аргументом яких є збільшення часу Δt .

коєфіцієнти $K1_i$ і $K2_j$ є функціями збільшення часу. Тоді як перша є збуваюча, друга – зростаюча, що є своєрідним відображенням значної потенційної переваги сукупності можливих наслідків аварійних ситуацій над рівнем сучасного радіологічного навантаження. Максимальні значення цих коефіцієнтів відповідають максимумам функцій M і F , що в свою чергу є граничними оцінками короткострокового (оперативного) P_{short} і довгострокового P_{long} прогнозів розвитку радіологічної ситуації у регіоні.

$$M_{\max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i, \text{ коли } \Delta t \rightarrow 0 \text{ та } F_{\max} = \sum_{j=1}^m k_j' \cdot A_j, \text{ коли } \Delta t \rightarrow \infty \quad (4)$$

$$P_{\text{short}} = P(\Delta t) \rightarrow M_{\max}, \text{ коли } \Delta t \rightarrow 0, \text{ так як } M(\Delta t) \rightarrow M_{\max} \text{ і } F(\Delta t) \rightarrow 0 \quad (5)$$

$$P_{\text{long}} = P(\Delta t) \rightarrow F_{\max}, \text{ коли } \Delta t \rightarrow \infty, \text{ так як } M(\Delta t) \rightarrow 0 \text{ і } F(\Delta t) \rightarrow F_{\max} \quad (6)$$

На сучасному етапі соціально-економічного розвитку достатньо складно визначити ймовірність аварійних “позаштатних” ситуацій на конкретних об’єктах ядерно-паливного циклу України, в тому числі в місцях видобування й складування радіоактивних відходів. В такому випадку дов-

гостроковий прогноз зміни радіаційного навантаження, паритетно суміщений з оцінкою сучасної радіологічної ситуації, може кількісно охарактеризувати стійкість ландшафтних комплексів регіону до негативного радіаційного впливу техногенного характеру.

$$P_{\max} = M_{\max} + F_{\max} = \sum_{i=1}^n k_i \cdot C_i + \sum_{j=1}^m k_j' \cdot A_j \quad (6)$$

Також формалізоване нормування показника G_t з урахуванням просторового розподілу P_{\max} дозволяє виділити в середині регіону видобування та первинної переробки уранової сировини дві зони навколо наведених вище скупчень об’єктів ядерно-паливного циклу та з’єднуючих транспортних магістралей (із відповідним віддаленням меж): 1) можливого впливу – 10-40 км та 2) впливу – 10-30 км (рисунок 1). Отримані

результати сприятимуть подальшому ефективному вирішенню завдань створення локального рівня СЕМ регіону видобування та первинної переробки уранової сировини і, в першу чергу, визначенню просторових меж розповсюдження пілотних розробок систем комплексного екологічного моніторингу території населених пунктів цього регіону, зокрема для зони №2 (впливу) досвіду проектування такої системи для м. Жовті Води.

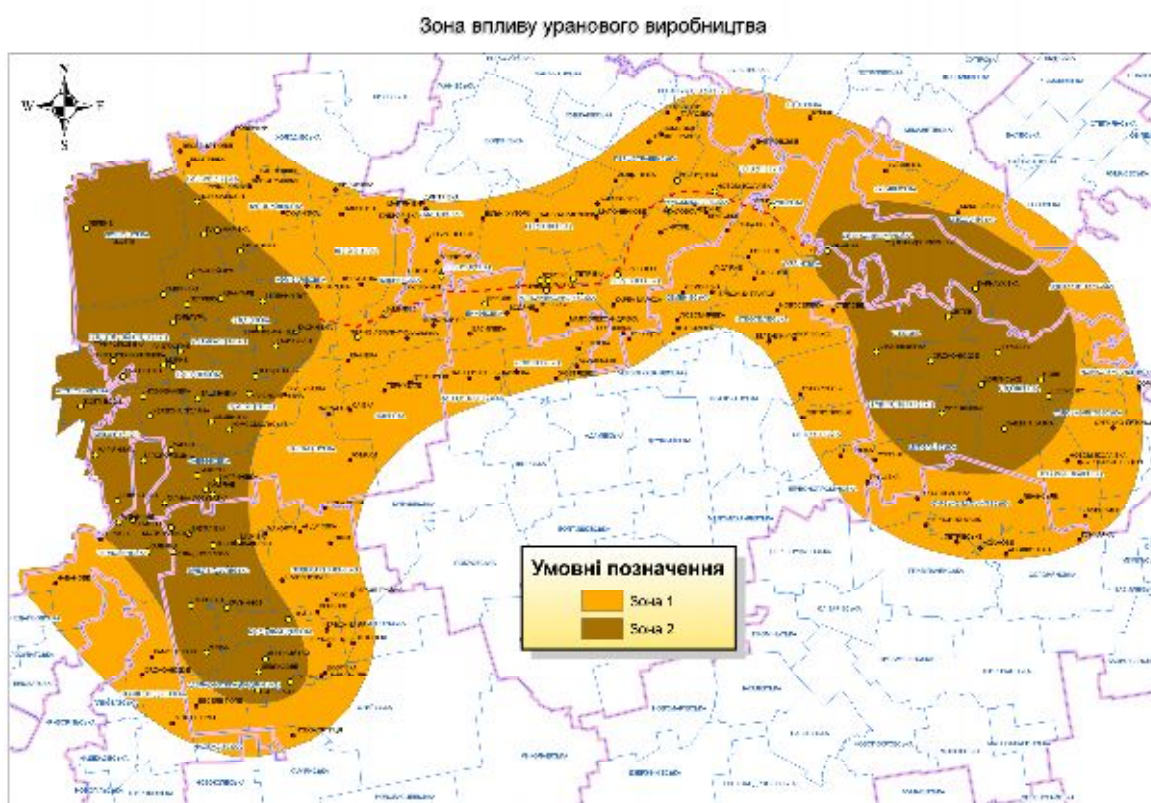


Рисунок 1 – Зонування території Дніпропетровського сегменту регіону видобування та первинної переробки уранової сировини

Створення систем локального комплексного екологічного моніторингу територій населених пунктів регіону (на прикладі м. Жовті Води)

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 [7, 12]. Разом з тим, проведений попередній аналіз природного та соціального середовища міста, екологічної ситуації в місті та прилеглих територіях свідчить про значні проблеми соціального та екологічного характеру на цій території. Протягом тривалого часу існуюча система збору інформації про стан навколишнього середовища м. Жовті Води цілком визначалась "урановою спеціалізацією" міста. Тому основою діючої на території міста і прилеглих територій була система моніторингу за станом радіаційної обстановки (з контролем деяких хімічних інгредієнтів) Східного ГЗКа. Ця система охоплює: промислові викиди, атмосферне повітря, стічні води, поверхневі води, воду шахтних колодязів, ґрунт, рослинність, сніжний покрив. Відповідно до інформації, наданої цим підприємством, радіаційний контроль здійснюється на основі діючих методичних рекомендацій, вказівок та інструкцій з використанням парку дозиметричних приладів і пристроїв, що пройшли державну перевірку. Система моніторингу в такому вигляді – фактично має риси радіаційного контролю. Це не дозволяє, зокрема, провести об'єктивний аналіз і кадастр основних шляхів скидів у поверхневі водойми (за даними Національної комісії з радіаційного захисту населення України критичним шляхом впливу уранової промисловості на довкілля є місцеве водопостачання) та запропонувати заходи щодо їх зменшення, тому що в цілому відсутніми є спостереження за базовими характеристиками навколишнього середовища та система контролю якості спостережень.

У відповідності з Державною програмою радіаційного та соціального захисту населення м. Жовті Води на 2003-2012 роки (затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України від 05.05.2003 р. № 656) запроєктовано СЕМ міста Жовті Води як базового територіального угруповання регіону видобування та первинної переробки уранової си-

ровини. 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, одержання достовірних вихідних даних для прийняття екологічно обґрунтованих управлінських рішень.

В процесі проектування цієї системи виконано аналіз стану природного та соціального середовища на території міста Жовті Води. Надано характеристику основним об'єктам господарської діяльності у міста. Сформульовані ціль 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-й 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, діоксид азоту, діоксид сірки) у атмосферному повітрі; концентрація шкідливих хімічних речовин у ґрунті, воді, донних відкладеннях, рослинності; концентрація важких металів у ґрунті, воді, донних відкладеннях, 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 подальшого розвитку системи комплексного екологічного моніторингу регіону, що розглядається, необхідне всебічне геолого-геофізичне вивчення розломно-блокової будови населених пунктів та прилеглих територій. Останнє дозволить створити не окремі системи населених пунктів регіону, а просторовий «каркас» локальних систем моніторингу.

На основі існуючого досвіду використання геолого-геофізичних методів у моніторингу довкілля [1, 2, 3, 11] у локальній СЕМ населених пунктів регіону доцільно проведення геофізичних досліджень на трьох масштабах: міжрегіональному (дрібномасштабному), регіональному (середньомасштабному) і локальному.

Дрібномасштабні дослідження (у радіусі 100-150 км від населеного пункту). Аналіз попередніх досліджень дозволив скласти модель глибинної будови земної кори, оцінити можливий рівень впливу мантийних розломів та уточнити зв'язок території, де розташовано місто, із джерелами зон землетрусів області гір Вранча та акваторії Чорного моря. Для уточнення цих даних необхідно виконати геолого-геофізичні дослідження, що відповідають цьому рівневі: профільні сейсморозвідувальні роботи методами глибинного сейсмічного зондування, спільної глибинної точки (СГТ) та фізико-геологічне моделювання будови земної кори і верхньої мантиї по гравітаційному полю. Основною задачею цього моделювання є визначення густинних неоднорідностей, просторово пов'язаних із хвилеводами та аномаліями електропровідності, вивчення структурно-тектонічних особливостей земної кори та верхньої мантиї для оцінки сейсмічності регіону.

Середньомасштабні дослідження (у радіусі 20-30 км від населеного пункту). Перед електророзвідувальними роботами методом становлення поля в ближній зоні (СБЗ) стоять задачі вивчення глибинного геоелектричного розрізу, простеження розривних порушень, з'ясування природи регіональних аномалій електропровідності, які отримані за даними магнітотелурійного зондування для глибинних шарів земної кори. Перед сейсмічними роботами СГТ – уточнення місць розташування розломних зон, вивчення їхньої будови, взаємозв'язків глибинних і приповерхневих структур, визначення положення регіону з позицій сейсмобезпеки міста. Для взаємоузгодження результатів геофізичних досліджень необхідне створення єдиної фізико-геологічної моделі розломно-блокової будови регіону, що коректно узгоджує як регіональні, так і локальні особливості емпіричних та теоретично розрахованих параметрів будь-якого ієрархічного рівня.

Детальні дослідження (у радіусі 2-5 км від населеного пункту). Ці роботи спрямовані на вивчення геологічної будови кристалічного фундаменту та осадових відкладів, напруженого стану деформованих гірських порід, тектонічних особливостей селітебної та промислової частин міста. До складу цих досліджень входять детальні сейсморозвідувальні, електророзвідувальні та гравімагніторозвідувальні роботи.

Задача сейсмічних робіт методом заломлених хвиль полягає в детальному вивченні фізико-геологічної будови осадових відкладів, поверхні кристалічного фундаменту, виявленні послаблених зон та тектонічних порушень безпосередньо в межах території міста. Перед електророзвідувальними роботами стоять такі задачі: оцінка площі розповсюдження електричних неоднорідностей у верхній частині розрізу кристалічного фундаменту над аномальними зонами, які отримані за даними СБЗ, вивчення самої верхньої частини земної кори (за допомогою дистанційно-часового профілювання – ДЧП і ЧЕЗ), вивчення осадового чохла та кристалічного фундаменту (за допомогою ВЕЗ-ВП), а також аналіз напруженого стану гірських порід і виділення розривних порушень на основі вивчення природного імпульсного електромагнітного поля Землі. Основною задачею детальних гравімагнітометричних

досліджень є уточнення місць виходів під осадовий чохол розломних зон і розривних порушень високих рангів та їх кореляція по площі. При використанні спектрозональних космо- та аероматеріалів можуть бути виділені додаткові тектонічні порушення, що не були закартовані раніше виконаними геолого-зйомними роботами. У комплексі з детальними геофізичними дослідженнями (площинними гравіметричними й магнітометри-

чними роботами) можливо виконувати умовний поділ розломів на сучасно активні та «пасивні». Це дозволить більш точно визначити ступінь і напрямок розвитку сучасних екзогенних процесів. Результати комплексування геофізичних робіт, зокрема, дозволять створити основу для оконтурення зон підтоплення, які утворені витоками рідини з водоводів і хвостосховищ, установлення місць та інтенсивності фільтрації рідини під греблями.

Вибір фонового (контрольного) полігону в системі комплексного екологічного моніторингу регіону видобування і первинної переробки уранової сировини

Нині більш "вивченим" в екологічному плані є Дніпропетровський сегмент регіону видобування і первинної переробки уранової сировини [13], де і був заздалегідь визначений район фонового (контрольного) полігону регіональної СЕМ – захід П'ятихатського району Дніпропетровської області на межі з Кіровоградською областю. В межах цього району були проведені літогеохімічні дослідження на п'яти локальних ділянках, що практично примикають одна до одної: Миколаївська (~26 км²), Пролетарська (~7 км²), Краснофедська (~13 км²), Орхівська (~5 км²) і Лозоватська (~8 км²) [4].

Денна поверхня цього району є хвилястою порізаною балками і невеликими ярами рівнину з висотами 100-200 м. Тут є тільки невеликі населені пункти – сіла. Найближчі до району робіт селища міського типу (Лихівка, Онуфрїївка) розташовані на відстані 16-20 км. Великі промислові підприємства відсутні. Основну частину території займають сільгоспугіддя. Про загальне антропогенне навантаження в районі досліджень можна заздалегідь судити за наступною узагальненою інформацією по П'ятихатському району [13], до якого адміністративно відноситься значна частина території досліджень. Із загальної земельної площі району зайнято: сільськогосподарськими угіддями (85,8 %); господарськими дорогами і прогонами (0,6 %); об'єктами транспорту (1,0 %); промисловими підприємствами (2,1 %); лісами (6,9 %); зрошувані землі (0,9 %).

Відбір проб ґрунтів на ділянках робіт здійснювався по близькій до регулярної мережі 500×500 м із згущуванням в районах населених пунктів і транспортних магістралей - до 250×250 м. Проби були відібрані на території: населених пунктів і транспортних магістралей ~12% загальної кількості; сільгоспугодій ~53%; лу́гів та ін. непорушених

ґрунтів ~28%; лісів і лісопосадок ~6% [4]. Потім в лабораторних умовах був виконаний спектральний аналіз відібраних проб ґрунту на наступний набір елементів: Ва, Ве, Р, Сr, Рb, Sn, Ga, Ni, Y, Yb, Zn, Zr, Co, Ti, Cu, V, Ge, Mo, Li, La, Sr, Mn, Bi, Nb, Ag, Tl, W, Sc, Ce, As, Os, Sb, Cd, U, Hf, Hg, Th, Ta, Au а також хімічний аналіз на Ni, Co, Cu, Zn, Рb і Cd. (Результати хімічного аналізу проб ґрунту досліджуваних ділянок в цілому підтверджують дані спектрального аналізу.) Не виявлені наступні елементи: Os, Sb, Cd, U, Hf, Hg, Th, Ta, Au, Tl, W, Sc, Ce, As. В цілому ж необхідно відмітити наступне. В цілому в районі досліджень концентрація жодного хімічного елементу-забруднювача в ґрунті не перевищує гранично допустимої концентрації (ГДК) або потрійного кларкового значення (таблиця.2). Щонайближче до значень своїх ГДК наближаються Zn – 0,91 ГДК, Рb і V – 0,67 ГДК, Ni – 0,5 ГДК. Свого потрійного "кларка" в районі досліджень досягає тільки концентрація в ґрунті Ва. При цьому комплексні аномальні (як знижені, так і підвищені) значення концентрацій в основному приурочені до населених пунктів району досліджень, а також до основних доріг з твердим покриттям. На територіях сільгоспугідь відзначаються переважно моноелементні аномальні ділянки (часто "точкові" аномалії). Виключенням є північна частина Миколаївської ділянки (крайній північний захід району досліджень), що характеризується просторовим збігом аномальних понижень концентрацій практично усіх розглянутих елементів. Причиною цього тут є переважно піщаний склад ґрунтів, які за інших рівних умов краще "промиваються" і менше накопичують різні забруднення. Слід зазначити, що середні значення концентрацій усіх досліджених елементів в ґрунтах вивчених ділянок практично не розрізняються (таблиця 2).

Таблиця 2 – Основні узагальнені дані спектрального аналізу проб ґрунту на Миколаївській, Пролетарській, Краснофедській, Оріхівській і Лозоватській ділянках (у 10^{-3} %)

Елемент	«Кларк»	ГДК (в ґрунті)	Min (по району)	Max (по району)	Середні значення					
					по району в цілому	Миколаївська ділянка	Пролетарська ділянка	Краснофедська ділянка	Оріхівська ділянка	Лозоватська ділянка
Ba	50,00	–	50,00	150,00	58,34	56,62	58,78	65,85	52,00	55,56
P	80,00	–	50,00	150,00	68,95	69,07	68,11	68,38	70,00	69,63
Cr	20,00	–	3,00	10,00	6,89	6,75	7,04	7,14	6,80	6,87
Pb	1,00	3,00	1,00	2,00	1,67	1,66	1,72	1,76	1,50	1,60
Sn	1,00	–	0,20	0,30	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29
Ni	4,00	10,00	2,00	5,00	4,80	4,68	4,86	4,94	5,00	4,81
Y	5,00	–	1,00	3,00	2,20	2,18	2,44	2,12	2,20	2,17
Yb	0,30	–	0,0	0,30	0,20	0,19	0,23	0,19	0,21	0,19
Zn	5,00	11,00	5,00	10,00	6,99	6,80	7,12	7,44	6,80	6,74
Zr	30,00	–	15,00	30,00	29,45	29,83	28,38	28,99	30,00	29,81
Co	1,00	–	1,00	2,00	1,49	1,47	1,51	1,52	1,50	1,48
Ti	460,0	–	300,0	700,0	511,1	503,4	513,5	538,4	500,0	500,0
Cu	2,00	10,00	2,00	3,00	2,56	2,64	2,57	2,54	2,00	2,57
V	10,00	15,00	5,00	10,00	9,15	8,68	9,39	9,49	9,80	9,74
Ge	0,20	–	0,10	0,20	0,17	0,21	0,14	0,14	0,15	0,14
Li	3,00	–	1,00	5,00	3,29	2,91	3,47	3,95	3,63	3,17
Sr	30,00	–	7,00	15,00	7,53	7,45	7,32	7,98	7,00	7,74
Mn	85,00	150,00	30,00	70,00	69,41	68,90	69,73	70,00	70,00	69,63
Bi	0,2	–	0,1	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12
Nb	2,00	–	1,00	2,00	1,57	1,54	1,53	1,66	1,60	1,59

Додатково були проведені розрахунки середніх значень концентрацій вказаних елементів в ґрунтах окремо сільгоспугідь, лугів та ін. непорушених земель, лісів і лісопосадок, населених пунктів і транспортних магістралей (як в цілому по району, так по окремих досліджуваних ділянках). Значущі відмінності вказаних розрахункових

величин відсутні, що свідчить про можливість оптимального вибору конкретних пунктів відбору проб ґрунту і організації режимних (моніторингових) досліджень практично в будь-яких точках району, що вивчається: в різних ландшафтних умовах і з можливим зручним всепогодним під'їздом (підходом).

Висновки

Забезпечення сталого розвитку території видобування та первинної переробки уранової сировини неможливе без створення системи комплексного екологічного моніторингу. Але зараз для вирішення цієї основної задачі необхідне попереднє розв'язання декількох наступних ключових завдань просторової організації комплексних екологічних моніторингових досліджень.

1. Для визначення просторових границь та зонування території моніторингових досліджень 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. При цьому довгостроковий прогноз зміни радіаційного навантаження, паритетно суміщений з оцінкою сучасної радіологічної ситуації, дозволяє кількісно охарактеризувати стійкість ландшафтних комплексів регіону до негативного радіаційного впливу техногенного характеру та виділити декілька зон різної інтенсивності впливу об'єктів ядерно-паливного циклу на довкілля.

2. Для створення локальних систем комплексного екологічного моніторингу населених пунктів запроєктовано таку систему міста Жовті Води як базового територіального угруповання регіону видобування та первинної переробки уранової сировини.

Подальшим розвитком системи комплексного екологічного моніторингу регіону, що розглядається, необхідне всебічне геолого-геофізичне вивчення розломно-блокової будови населених пунктів та прилеглих територій. Останнє дозволить створити не окремі системи населених пунктів регіону, а просторовий «каркас» локальних систем моніторингу. Для цього доцільно проведення геофізичних досліджень на трьох масштабних рівнях: міжрегіональному (дрібномасштабному), регіональному (середньомасштабному) і локальному.

3. Нині фоновий (контрольний) полігон регіональної системи комплексного екологічного моніторингу регіону видобування і первинної переробки уранової сировини визначений на заході П'ятихатського району

Дніпропетровської області на межі з Кіровоградською областю. За результатами проведених детальних літогеохімічних досліджень тут концентрація жодного хімічного елементу-забруднювача в ґрунті не перевищує гранично допустимої концентрації або потрібного «кларкового» значення. Значущі відмінності концентрації хімічних елементів в ґрунтах (окремо сільгоспугідь, луків та ін. непорушених земель, лісів і лісопосадок, населених пунктів і транспортних магістралей) відсутні, що свідчить про можливість оптимального вибору конкретних пунктів відбору проб ґрунту і організації режимних (моніторингових) досліджень практично в будь-яких точках обраного полігону: в різних ландшафтних умовах і з можливим зручним всепогодним під'їздом (підходом).

Перелік посилань

1. Адаменко О.М. Екологічна геофізика : підручник / О.М. Адаменко, Г.Й. Квятковський. – Івано-Франківськ : Факел, 2000. – 501 с.
2. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика / Г.С. Вахромеев. – Иркутск : ИрГТУ, 1995. – 216 с.
3. Вижва С.А. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів / С.А. Вижва. – Київ : Обрій, 2004. – 236 с.
4. К вопросу оценки фонового литогеохимического состояния района добычи железорудного сырья / М.Л. Кипнис, А.С. Щербина, О.К. Тяпкин, С.А. Кравец // Проблемы природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: праці III Міжнародн. наук.-практ. конф. Ч.1. – Дніпропетровськ, 2005. – С.219-221.
5. Комплексная система экологического мониторинга окружающей среды Днепропетровской области / Н.В. Кушинов, В.Д. Инин, Г.В. Пасечный [и др.] // Геоекологічні дослідження: стан і перспектива: труды Международн. научн.-практ. конф. – Івано-Франковск, 1995. – С.79-80.
6. Концептуальні положення програми переходу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку / А.Г. Шапар, В.В. Антонов, О.К. Тяпкін [та ін.] // Екологія і природокористування. – 2003. – Вип. 6. – С. 6-24.
7. 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.
8. Пігулевський П.Г. Формування геолого-геофізичного блоку в системі екологічного моніторингу (на прикладі м. Жовті Води) / П.Г. Пігулевський, О.К. Тяпкін // Вісник Київського національного університету. Геологія. – Київ : КНУТШ, 2005. – Вип. 34-35. – С.81-85.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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. – 2004. – Вип.7. – С.12-20.

13. Экологический паспорт Днепропетровской области / Под ред. В.В. Антонова. – Днепропетровск, 2000. – 266 с.

14. 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 // Proc. EAGE 63rd Conference and Technical Exhibition. Vol.2. – Amsterdam (The Netherlands). – 2001. – Paper P233. – 4 p.

***O.K. Tyapkin, M.A. Yemets* SPATIAL ASPECTS OF ORGANIZATION
COMPLEX ECOLOGICAL MONITORING
RESEARCHES OF TERRITORY OF PRODUCTION
AND PRIMARY PROCESSING OF URANIUM
RAW MATERIAL**

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

The ways of decision of the basic tasks of spatial organization of complex ecological monitoring researches of region of production and primary processing of uranium raw material are given. The experience of definition of technogenous loading parameter on territory with use of the information about parameters of manufacture and arising (first of all radioactive) pollution of an environment may be used for definition of spatial borders and zoning of territory of these monitoring researches. For creation of local systems of complex ecological monitoring such system of city Zhovti Vody (as the base territorial group of region of production and primary processing of uranium raw material) with the further geological-geophysical study of fault-block structure of the regional towns and vicinities is projected. The control range of the regional system of complex ecological monitoring of the region in west of Pyatikhatki district of Dnepropetrovsk region on border with Kirovograd region is determined (where by the results of detailed lithochemical researches the concentration of any chemical element-pollution in soil does not exceed Extreme Allowable Concentration or threefold "Clark" level).

*Надійшла до редколегії 18 лютого 2011 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*