

Д. ГРОДЗИНСЬКИЙ, О. ДЕМБНОВЕЦЬКИЙ, О. ЛЕВЧУК

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТРИМАННЯ РАДІАЦІЙНО УРАЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

*На жаль, в усьому світі Україна асоціюється насамперед з Чорнобильською аварією. Адже у нас сталася найбільша за всю історію людства ядерна техногенна катастрофа, з наслідками якої ми продовжуємо жити і працювати. До розв'язання багатьох чорнобильських проблем людство виявилось не готовим. Зокрема до того, як утримувати і використовувати забруднені радіонуклідами землі, особливо там, де живуть люди. Саме тому науковці й сьогодні, через 17 років після катастрофи, обговорюють можливі варіанти розв'язання цих проблем.*

Перед вченими НАН України проблеми Чорнобильської АЕС постали задовго до катастрофи — ще на стадії розробки проектних рішень щодо будівництва електростанції. Вже тоді науковці доводили, що небезпечно споруджувати АЕС поблизу Києва, нагадували про нестабільність у геологічному аспекті чорнобильської платформи. Однак ці застереження були проігноровані. Результат — жахлива катастрофа і численні постчорнобильські проблеми, зокрема ті, які стосуються раціонального використання і утримання забруднених радіонуклідами земель.

Внаслідок Чорнобильської катастрофи сталося стійке забруднення ґрунтів, рослин і природних вод радіонуклідами цезію, стронцію, плутонію та інших, у тому числі трансуранових, елементів [1]. Велика кількість людей на цих територіях зазнала радіоактивного опромінення у різних дозах. У перші роки після аварії із сільськогосподарського обігу було вилучено 101,2 тис. га земель, розташованих у Київській (29,3 тис.) і Житомирській (71,9 тис.) областях [2, 3]. Загалом площа радіаційно небезпечних територій перевищує 5 млн га. На них мешкає понад 2,5 млн осіб, які займалися та й зараз займаються переважно сільським або лісовим господарством. Тим часом тут у ґрунтах і до катастрофи не вистачало життєво важливих мікроелементів. Тепер же традиційне сільськогосподарське виробництво на цих землях взагалі втратило свій сенс, бо отримувані продукти рослинництва і тваринництва не придатні до споживання через радіоактивне забруднення. Як наслідок — виникло вимушене безробіття у регіоні, де люди найбільш вразливі до дії іонізуючого випромінювання [4, 5].

Таким чином, проблема використання уражених земель має дві складові: з одного боку, йдеться про протирадіаційний захист людей, з другого — про забезпечення робочими місцями працездатного населення. Отже, потрібні масштабні дослідження. Необхідно вивчити склад радіонуклідів та їхню поведінку в різних ґрунтах (вертикальне і горизонтальне пересування, швидкість міграції), здатність утворювати різні сполуки з хімічними складниками ґрунту, міграцію радіоактивності до ґрунтових вод і біоти та багато чого іншого. І все це слід робити швидко, оскільки не можна зволікати зі здійсненням заходів, які зменшують дозове навантаження на населення. Саме тому вироблення наукових засад раціонального використання уражених земель перетворилося на одну з найскладніших і найважливіших чорнобильських проблем [4], для розв'язання яких в Україні сформувалася досить розвинена інфраструктура спеціалізованих наукових установ, міністерств і відомств.

За роки, що минули після катастрофи, вчені та фахівці різних галузей провели велику роботу, завдяки чому вдалося отримати важливі наукові результати щодо мінімізації радіаційної небезпеки й поширення радіонуклідів, зменшення доз опромінення людей, впливу ґрунтових умов на рівень забруднення, розробки методів безпечного землекористування. Накопичено певний досвід практичної реалізації цих результатів [5—8]. Зокрема, визначено принципи реабілітації забруднених територій [9], які базуються на пріоритетності здоров'я людини, а також на соціально-економічній зваженості та обґрунтованості застосовуваних заходів. Це означає, по-перше, що будь-яка діяльність у ході реабілітації можлива лише за умови гарантії захисту здоров'я людини, по-друге, що потрібна комплексність, тобто одночасне вирішення питань стосовно правового захисту, дотримання санітарно- та радіаційно-гігієнічних, соціально-економічних, природоохоронних і т. п. норм, а також послідовність із забезпеченням «зворотного» зв'язку на кожному з етапів реабілітації тощо. Водночас з проведенням попереднього, а згодом детальнішого обстеження радіаційного стану навколишнього середовища і відповідного картування був організований моніторинг ґрунтів, за результатами якого визначено розміри уражених територій, досліджено склад і ступінь їх радіонуклідного забруднення [10].

Оскільки сумарна доза радіації, викинутої з аварійного реактора у навколишнє середовище, становила понад  $1,2 \times 10^{19}$  Бк, включаючи  $7 \times 10^{18}$  Бк радіоактивних ізотопів інертних газів, ступінь забруднення ґрунтів, рослинності і природних вод виявився настільки високим, що традиційне природокористування стало небезпечним [1].

Доведено, що потік радіонуклідів з ґрунту в рослини (з чим пов'язане формування дозового навантаження на населення) залежить від процесів фіксації радіонуклідів ґрунтово-поглинальним комплексом, кислотності ґрунтового розчину, а також від особливостей ґрунту, які визначають рухливість і можливість засвоєння нуклідів кореневою системою рослин [10, 11]. Вивчено поведінку дозотвірних радіонуклідів цезію і стронцію у паливних частинках чорнобильського викиду, розроблено динамічні моделі їхньої поведінки у ґрунтах, що уможливило створення прогнозу змін радіаційного стану на майбутнє. Також досліджено фізико-хімічні форми радіоактивних випадань та їх трансформування у ґрунті, динаміку мобільних форм нуклідів і вертикального їх перенесення у ґрунтах та в ланцюгу ґрунт—рослина, визначено кількісні характеристики динаміки вмісту мобільних форм [1, 12]. Особливу увагу приділено вивченню накопичення рослинами радіонуклідів.

З'ясовано, що радіаційний стан уражених територій визначається не тільки щільністю їх забруднення, а й, значно більшою мірою, ландшафтно-екологічними умовами. Тому за однакової щільності забруднення вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції подекуди різниться у 100 і більше разів. У зв'язку з цим доза зовнішнього та внутрішнього опромінення людини на таких територіях теж іноді змінюється у діапазоні від 20 до 100 разів. Показано, що реабілітаційні процеси при цьому можуть, з одного боку, очищати забруднені землі, а з другого — додатково забруднювати території у зоні стоків [1, 12, 13]. Йдеться переважно про природно-кліматичну зону Українського Полісся і частково Лісостеп, для яких характерні перезволожені ландшафти з високим вмістом органічних речовин, низьким вмістом глинистих мінералів і кислою реакцією ґрунтового розчину (заплави, ліси, природні та окультурені луково-пасовищні угіддя, торфові, торфого-глейові, торфого-болотяні, болотні та інші ґрунти). Саме на цих ґрунтах значення коефіцієнтів переходу нуклідів у рослини істотно вищі порівняно з орними землями, тому навіть за відносно низьких щільностей забруднень тут отримують не придатну для споживання продукцію [3].

Встановлено відмінності у накопиченні радіоактивних цезію і стронцію різними сортами рослин та опрацьовано ланки сівозмін, за яких досягається послаблення або посилення вносу радіонуклідів сільськогосподарськими культурами [14]. Розроблено конкретні технології реабілітації забруднених земель, застосування яких сприяє або підвищенню, або зменшенню рухливості нуклідів у ґрунті залежно від виду і ступеня забруднень, різновидів ґрунтів і рослин, у тому числі сільськогосподарських культур [3, 6, 9, 15—17]. Крім того, запропоновано інші контрзаходи: механічні — з використанням спеціальних машин; агрохімічні; спеціалізовані меліоративні системи; задерніння відкритих поверхонь багаторічними травами; зачарення; заліснення; добір певних поєднань рослин для забруднених земель — оптимально придатних сортів сільгоспкультур і багаторічних трав, деревних та чагарникових порід тощо [3, 18, 19].

Частина запропонованих контрзаходів уже впроваджується. Йдеться про спеціальні технології рекультивативної забруднених земель: обробіток ґрунту, внесення вапнякових матеріалів і мінеральних добрив у нетрадиційних співвідношеннях і дозах тощо. При цьому слід враховувати, що використання місцевих вапняків і глин із сорбційною здатністю уможливорює проведення маловитратних контрзаходів [3, 20—22].

Розробляються геоінформаційні технології, котрі дадуть змогу зберігати інформацію про властивості агроландшафтів та їх екосистем і обирати оптимальні технології, використання яких збільшуватиме радіаційну безпеку. Вчені опрацьовують автоматизовану систему агроекологічного моніторингу та способи паспортизації забруднених земель з урахуванням результатів комплексного обстеження ґрунтово-агрохімічного, агрофізичного та мікробіологічного стану, а також забрудненості ґрунтового покриву радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, пально-мастильними матеріалами тощо. Це вкрай важливо з огляду на можливість синергічних взаємодій радіації і забруднювачів хімічної природи [7, 23]. Запропоновано методи фізико-хімічного моделювання, які дають можливість з'ясувати параметри геохімічних процесів трансформації та міграції нуклідів у ґрунті у зв'язку з прогнозуванням їх надходження у рослини через кореневу систему. Статистично визначено відмінності за вмістом, накопиченням і переходом у першій ланці трофічного ланцюга ґрунт—рослина нуклідів і хімічних елементів у різних ландшафтно-геохімічних таксонах на території забруднених радіонуклідами областей України [24, 25].

Велика увага приділяється медичним аспектам проблеми. При цьому дослідники виходять з того, що дію малих доз іонізуючого випромінювання, яке отримує населення на забрудненій території, необхідно зменшувати в міру наявних можливостей навіть за відносно невеликого радіонуклідного забруднення навколишнього середовища. Саме такий підхід диктує принцип ALARA (as low as reasonably achievable (англ.) — настільки низький, наскільки цього виправдано можна досягти). Тобто експозиція при опроміненні має бути на мінімальному практично досяжному рівні.

Узагальнення даних, отриманих під час дослідження медичних наслідків атомного бомбардування Хіросіми і Нагасакі, а також стану здоров'я населення, яке зазнало дії радіації в Україні, однозначно свідчить, що малі рівні опромінення за їх тривалої дії призводять до виснаження імунної системи, радіаційного канцерогенезу, генетичних змін тощо. А це стає причиною розвитку багатьох хронічних захворювань [26].

Оскільки за роки, що минули після Чорнобильської аварії, населення вже одержало до 80% очікуваної дози, яка безперервно кумулюється, слід і далі докладати максимум зусиль для обмеження його опромінення. Інакше кажучи, важливо всіляко зменшувати поточне дозове навантаження і водночас гальмувати різними методами профілактики

вплив уже акумульованої дози. Вагомим чинником зменшення поточного дозового навантаження на населення є вживання продуктів харчування з якомога нижчим вмістом нуклідів. І це обов'язково слід враховувати, виробляючи сільськогосподарську продукцію на забруднених землях.

Отримані дані вже дають змогу контролювати ситуацію на уражених землях, а також рекомендувати низку заходів для поліпшення радіологічного стану на забруднених територіях. Саме такі рекомендації містять вже оприлюднені «Програма реабілітації земель зони безумовного (обов'язкового) відселення Київської та Житомирської областей на період з 1998 по 2005 рр.», «Методика реабілітації земель зони безумовного (обов'язкового) відселення Київської та Житомирської областей», «Рекомендації по реалізації обласної програми мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС в Житомирській області», «Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000—2010 рр.» тощо.

У сучасних економічних умовах, коли спостерігається стійка тенденція до зменшення обсягів державних асигнувань, особливо важливим є застосування такої стратегії, яка б дала змогу досягти поставленої мети у найоптимальніший спосіб з максимальним використанням місцевих ресурсів і економічно виправданим вкладанням коштів у заходи, спрямовані на реабілітацію уражених територій.

Звичайно, підходи до раціонального використання та утримання земель різного ступеня забруднення не можуть бути однаковими. Слід враховувати особливості різних ґрунтів щодо здатності утримувати радіонукліди, диференційовано підходити до відновлення або вдосконалення форм агропромислової діяльності за допомогою комплексного радіоекологічного моніторингу, система якого сьогодні вже досить відпрацьована [7]. Важливо також враховувати наявність значних мікронеоднорідностей у перерозподілі нуклідів по територіях (у тому числі населених пунктів і навіть присадибних ділянок). Оскільки такі неоднорідності практично не прогножуються, їх можна виявляти шляхом спеціальної радіаційної зйомки [15, 21].

В Україні останнім часом внаслідок економічних труднощів частина сільськогосподарських угідь, навіть не забруднених радіонуклідами, не оброблялася. Тому потрібна економічно виправдана програма їх використання для забезпечення жителів забруднених районів «чистими» продуктами харчування з паралельною заборонаю споживати місцеві продукти. Правда, доводиться зважати на схильність людей отримувати їх на власних ділянках, що може звести нанівець цю заборону. До того ж припинення природокористування на таких територіях може загострити проблему зайнятості населення. Отже, необхідно враховувати тут найменші нюанси.

Беручи до уваги всі аспекти порушеної проблеми, можна констатувати, що сьогодні існують два шляхи науково обґрунтованого, відносно безпечного використання радіаційно уражених земель. Перший — це комплексні заходи з їх реабілітації, здатні зменшити нагромадження радіонуклідів у системі ландшафтів. Другий — пошук і використання технологій сільськогосподарського виробництва, за яких можна отримувати продукцію, що не містить радіонуклідів і, отже, не становить загрози для здоров'я людини.

Як показали дослідження, до сучасних реабілітаційних технологій належить внесення меліорантів-сорбентів з великою ємністю катіонного обміну (цеоліти, вермикуліти, клиноптилоліти, мінерали групи гідролуод, монтморилоніт та ін.), а також хімічних меліорантів (вапно, доломітове борошно тощо), здатних змінювати ґрунтово-хімічні умови [20, 21, 27]. Вони сприяють зв'язуванню радіонуклідів у твердій фазі з ґрунтом за

певним механізмом (іонообмінна сорбція, «фіксування», співсаджень з гідроксидами і/або карбонатами макроелементів і т. д.), зниженню концентрації радіонуклідів у ґрунтовому розчині та певному обмеженню їх надходження у рослини.

Високою ефективністю характеризуються також традиційні агрохімічні методи — внесення мінеральних фосфорних, калійних та органічних добрив і мікродобрив, які сприяють зменшенню коефіцієнтів переходу радіонуклідів у рослинну біомасу [28, 29]. Переведення радіонуклідів з вільного стану у зв'язаний за допомогою внесених меліорантів, а також гальмування їх всмоктування добривами на тривалий час обмежує формування радіоактивної рослинної біомаси, що зменшує внутрішнє опромінення людини.

**Отже, для раціонального використання радіаційно забруднених заселених земель доцільно віддавати перевагу технологіям, які гальмують рухливність нуклідів у ґрунті і тим самим сприяють зменшенню їх транспорту в трофічних ланцюгах, зокрема нагромадженню у рослинній біомасі.**

Оскільки ефективність агрозаходів проявляється не відразу і з часом втрачається, бажано через кожні три-чотири роки повторювати контрзаходи. При цьому слід чітко розуміти, що жоден із заходів сам по собі, а також різні їх комбінації не здатні повністю блокувати надходження радіонуклідів у рослини.

Якщо ж говорити про контрзаходи, які сприяють очищенню забруднених земель від нуклідів, то вони дорожчі і потребують створення відповідної інфраструктури. Крім того, вдаючись до них, доведеться розв'язувати досить складну проблему ефективного і тривалого захоронення отриманих радіоактивних матеріалів, щоб не допустити потрапляння нуклідів у навколишнє середовище. Сьогодні такі контрзаходи можна застосовувати лише у крайніх випадках.

Для ефективного використання радіаційно забруднених земель, на яких живуть і господарюють люди, слід передусім завершити інвентаризацію земель і чітко визначити обсяги територій, потрібних для проживання населення. Проаналізувавши перспективи їх економічно виправданої експлуатації з метою отримання кормових і харчових продуктів, можна звести до необхідного мінімуму площі, на яких мають застосовуватися контрзаходи у повному обсязі, і тим самим зменшити витрати. Доцільно надати таким радіаційно забрудненим територіям України статус спеціалізованих вільних економічних зон з відповідним матеріально-технічним і правовим забезпеченням.

Для проведення тут контрзаходів у повному обсязі необхідно, щоб місцеві органи державного управління (або їх спеціалізовані підрозділи) розробили для кожного населеного пункту відповідні проекти, спираючись на аналіз радіаційного стану за попередні роки [30]. Йдеться про окультурення природних лук та пасовищ; внесення оптимальних доз калійних і фосфорних добрив, а також мікроелементів; створення системи живлення рослин для конкретних територій; позакореневе підживлення блокаторами атрагувальної здатності; використання сортів з низькими значеннями параметра виносу радіонуклідів; застосування сівозміни, за якої мінімізується як винос радіонуклідів рослинами, так і дози зовнішнього опромінення для працюючих у полі.

Такі заходи допоможуть зменшити дозові навантаження і деякою мірою розв'язати проблему робочих місць [4—6, 13, 28, 31, 32]. Слід враховувати, що все це пов'язано з певними втручаннями у традиційну діяльність людей і тому обов'язково має здійснюватися за науково обґрунтованими рекомендаціями [6].

Розробляючи такі проекти, треба передбачити опрацювання і вдосконалення методик моніторингу і рекультивації радіаційно забруднених земель, щоб забезпечити безперервне стеження за надходженням радіонуклідів у кормові й польові культури і мати можливість своєчасно вдаватися до заходів, необхідних для блокування небажаного зростання радіоактивності рослинної біомаси [33]. При цьому важливим завданням є оприлюднення одержаних результатів у вигляді відповідних картографічних матеріалів, постійне інформування населення, яке проживає на забруднених радіонуклідами територіях, про стан ґрунтів, рослин, продуктів харчування.

Втім, сьогодні ще немає новітніх інформаційних технологій, у тому числі геоінформаційних систем, за допомогою яких мають визначатися території, де потрібні ті чи інші комплексні контрзаходи. Необхідно також розробити системи, які, базуючись на моделях поведінки радіонуклідів у агроєкосистемах з різними ґрунтами, забезпечуватимуть чітке управління контрзаходами з урахуванням усієї різноманітності ґрунтового покриву.

У справі успішного ведення сільського господарства країни надзвичайно важлива роль належить людському фактору. Тому запорукою ефективного використання інформаційних систем, створюваних для АПК, є формування відповідної свідомості у галузевих фахівців — користувачів інформації. Інакше можуть бути зведені нанівець усі зусилля держави з інформатизації агросфери.

В окремих випадках (особливо коли йдеться про «плями» дуже сильного забруднення) доцільно використовувати й інші контрзаходи, зокрема технічні засоби, які зрізають поверхневий шар землі завтовшки 5 см, і висівання багаторічних трав з одночасним внесенням мінеральних добрив тощо. Щоправда, при цьому знову виникає проблема поховання зрізаної радіоактивної дернини або біомаси [34].

Ще до Чорнобильської катастрофи використання більшості нині забруднених нуклідами земель було нерентабельним через природно-кліматичні умови та їх низьку продуктивність. А, як відомо, землі, які не обробляються, швидко стають джерелом різних негативних чинників (засмічення бур'янами, ерозія ґрунтів, неконтрольоване розмноження шкідників сільгоспкультур, поширення різних хвороб тощо) [35]. Нині проблема таких територій набуває гостроти у масштабах усієї країни. Становище погіршується тим, що радіаційно забруднені землі на додачу до вказаних чинників стають ще й джерелом поширення радіонуклідів. Дані радіаційного екологічного моніторингу свідчать про те, що складні багатофакторні процеси перерозподілу радіонуклідів у ґрунтовому покриві є визначальними у формуванні забруднення довкілля [25].

Усе це доводить, що радіаційно забруднені землі, які не використовуються для господарських потреб, не можна залишати зовсім без догляду. Вони теж потребують певних реабілітаційних заходів, а отже, і відповідних витрат, щоправда, набагато менших, ніж сільськогосподарські угіддя. Найраціональніше тут здійснювати заліснення, зачагарення, задерніння, створювати слабостічні заболочені ділянки тощо. Найпридатнішим у цьому випадку (з урахуванням сучасних економічних умов) є заліснення таких територій деревними швидкоростучими породами та задерніння [36]. Для цього вже розроблені ефективні технології, які передбачають використання новітніх агрохімікатів та інших композицій і забезпечують високу приживлюваність саджанців і пришвидшений їх розвиток [37]. Запропоновані контрзаходи сприяють консервації нуклідів у деревині і листі, гальмують їх надходження до трофічних ланцюгів та істотно зменшують перенесення нуклідів на інші території країни.

У кращі часи на цих землях можна буде отримувати сировину для паперово-целюлозної промисловості (зокрема налагодити виробництво технічної продукції), поновити технічне льонарство, організувати виробництво технічної олії (на основі ріпаку та інших олійних культур) тощо.

Реалізація такої можливості сприятиме також розв'язанню проблеми робочих місць. А тому доцільно заздалегідь розробити відповідні техніко-економічні заходи з урахуванням специфіки цих територій і необхідності належного захисту працюючих.

А що ж робити з абсолютно непридатними (у найближчі сто і більше років) для сільськогосподарського використання і проживання населення землями, які увійшли до Зони відчуження? Нагадаємо, що створення цієї зони було виправданим не тільки у зв'язку з потребою евакуації населення з найбільш забрудненої території, а й через необхідність мінімізувати наслідки катастрофи. На думку вчених [8, 38], тут слід підтримувати розвиток автореабілітаційних процесів, що забезпечують зв'язування, депонування або локальний автономний кругообіг радіонуклідів. Проте покладатися лише на них недоцільно, оскільки процес розпаду довгоживучих ізотопів, наприклад плутонію, настільки повільний, що концентрація цього елемента істотно не зміниться за тисячоліття. І тому радіонукліди плутонію визначатимуть практично довічну межу непридатної для заселення частини Зони [40].

Слід враховувати й те, що для окремих представників флори і фауни таких територій (гриби, риба тощо) характерні процеси продовження вибіркового накопичення радіонуклідів до рівня радіоактивних відходів [25]. Пригнічення й загибель біоти в Зоні може спричинити істотний перерозподіл запасів радіонуклідів, а отже, і втрату контролю над ними. Тому для екологічної оцінки та прогнозу стану біоти за високих дозових навантажень потрібно розробити детальну карту радіоємності біотичних компонентів екосистем [39].

Таким чином, землі Зони теж необхідно утримувати, оскільки повне припинення господарської діяльності тут не сприятиме природному поверненню забруднених екосистем до початкового стану. Водночас може з'явитися додаткова небезпека винесення радіонуклідів за межі Зони. Якщо цю територію залишити напризволяще, то неминуче виникатимуть лісові пожежі, паводки, епідеміологічні спалахи захворювань рослин і тварин, які становитимуть небезпеку для населених територій і потребуватимуть активного втручання людини.

З огляду на це слід забезпечити такий режим у Зоні відчуження, за якого виключатимуться міграція радіонуклідів за її межі, а також згадані небезпечні ситуації.

Тому, вдаючись до заходів, спрямованих на повернення до нормального природокористування земель, забруднених радіонуклідами, потрібно водночас вирішувати й питання режиму екосистем Зони відчуження, яке викликає величезну стурбованість не тільки української громадськості, а й міжнародної спільноти [4].

Оцінка бар'єрної ролі Зони, її надійності, природних відновлювальних процесів і обґрунтування можливих додаткових контрзаходів, а також їх реалізація мають стати важливим комплексним завданням національних і міжнародних наукових досліджень та прикладних програм.

Доводиться визнати, що сьогодні наукові проблеми використання забруднених земель далекі від свого розв'язання. Цей висновок був зроблений і Міжнародною конференцією

«П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання» (Київ, квітень 2001 р.). Вона визнала за необхідне продовжити роботи з оцінки наслідків аварії для здійснення адекватної політики щодо радіоактивно забруднених територій і проведення комплексу заходів з економічної, соціальної і психологічної реабілітації населення, а також його інформаційного забезпечення [41]. Доречно створити Міжнародну чорнобильську наукову раду, яка б стала експертним органом з визначення пріоритетності досліджень, спрямованих на розв'язання пост-чорнобильських проблем [4].

Надалі потрібне поглиблене вивчення основних факторів радіаційної небезпеки, механізмів біологічної дії іонізуючої радіації (особливо тривалої дії малих доз опромінення) на організм людини і тварин, а також розробка короткострокових і довгострокових прогнозів радіаційного стану. Крім того, слід окреслити перспективи повернення до сільськогосподарського обігу вилучених з ужитку територій, досліджувати закономірності біогеохімічних перетворень нуклідів у ґрунтах, розробляти моделі їх поведінки, вдосконалювати системи радіологічного моніторингу навколишнього середовища та агросфери. На часі — розробка спеціальних систем землеробства, які поліпшуватимуть радіаційний стан і запобігатимуть міграції нуклідів за межі забрудненої території [15].

Необхідно започаткувати роботи зі створення для забруднених територій принципово нових сортів сільськогосподарських культур з високими значеннями коефіцієнтів дискримінації радіонуклідів і мінімальною здатністю поглинати їх з ґрунту. Якомога швидше мають бути завершені картування уражених територій з метою чіткого визначення площ, необхідних для проживання населення, а також розробка нормативно-правових документів з комплексної реабілітації і використання вилучених територій. Сьогодні завдяки співпраці науковців і галузевих фахівців досягнуто спільного розуміння існуючої ситуації. Отже, створені передумови для цілеспрямованого формування єдиної державної політики щодо раціонального використання й утримання всіх радіаційно уражених земель.

Реалізація цих заходів дасть змогу забезпечити відносно безпечне проживання населення на забруднених територіях та уможливить ефективне використання бюджетних коштів, призначених для їх реабілітації. Уже можна окреслити перспективи поступового відновлення агропромислового комплексу на різних за радіологічними умовами територіях з урахуванням доцільності ведення на них тих чи інших сільськогосподарських робіт, а також збільшення робочих місць. На жаль, з плином часу увага до розв'язання чорнобильських проблем з боку міжнародної спільноти і вітчизняних владних структур зменшується. І це призвело до того, що нинішні реальні обсяги робіт у зазначених напрямках вкрай недостатні. Водночас нагальність їх розв'язання не тільки зберігається, а й зростає.

Проблеми, які виникли внаслідок Чорнобильської катастрофи, існуватимуть протягом тривалого часу. Вони потребують ґрунтовних наукових досліджень і невідкладних заходів з реабілітації забруднених нуклідами земель. І розв'язувати їх слід на державному рівні.

---

1. *Кашипаров В.О.* Формування і динаміка радіоактивного забруднення навколишнього середовища під час аварії на Чорнобильській АЕС та в післяаварійний період // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. — К.: Наук. думка, 2001. — С. 11—46.



2. *Гродзинський Д.М., Гудков І.М.* Радіобіологічні ефекти у рослин на забрудненій радіонуклідами території // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. — К.: Наук. думка, 2001. — С. 325—377.
3. *Прістер Б.С., Архіпов А.М., Богданов Г.О. та ін.* Контрзаходи в сільському і лісовому господарстві, водоохоронні контрзаходи // Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — С. 3.6.1.—3.6.30.
4. *Гуманітарні наслідки аварії на ЧАЕС. Стратегія відродження / Звіт підготовлено П. Греєм на замовлення ПРООН та ЮНІСЕФ за підтримки Управління ООН з гуманітарних питань і Всесвітньої організації охорони здоров'я.* — 06.02.2002. — С. 12—13.
5. *Звіт про діяльність Національної академії наук України у 1998 році. Ч. 2.* — К.: Наук. думка, 1999. — С. 15—23.
6. *Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр.: Метод. рекомендації / Розроб. Б.С. Прістер та ін.* — К.: Ярмарок, 1998. — 104 с.
7. *Короткий звіт про діяльність Української академії аграрних наук за 2001 рік / Упоряд. М.К. Царенко та ін.* — К.: Аграрна наука, 2002. — С. 23—24.
8. *Кутлахмедов Ю.О., Давидчук В.К.* Перспективи реабілітації забруднених радіонуклідами територій України // 15 років Чорнобильської катастрофи. Радіаційна безпека в Україні. Бюл. НКРЗУ. — 2001. — № 1—4. — С. 127—136.
9. *Іванов Ю.О., Архіпов А.М., Войцехович О.В. та ін.* Проблеми реабілітації забруднених територій // Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — С. 3.7.1.—3.7.5.
10. *Прістер Б.С., Іванов Ю.О., Кашипаров В.О. та ін.* Ведення сільського і лісового господарства, а також водогосподарської діяльності на забруднених радіонуклідами територіях // Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — С. 7.5.1.—7.5.3.
11. *Іванов Ю.О.* Особливості накопичення радіонуклідів. Флористичні комплекси // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. — К.: Наук. думка, 2001. — С. 77—99.
12. *Іванов Ю.О.* Динаміка перерозподілу радіонуклідів у ґрунтах і рослинності // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. — К.: Наук. думка, 2001. — С. 47—76.
13. *Давидчук В.С., Грицюк Н.Р.* Оцінка передумов реабілітації радіоактивно забруднених земель на ландшафтній основі // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2001. — № 18. — С. 40—46.
14. *Жданович В.П., Козлова Л.И.* Возможности использования зернобобовых культур для решения белковой проблемы на загрязненных территориях // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—8.

15. *Концепція* ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000—2010 рр. / Підг. Б.С. Прістер та ін. — К.: Світ, 2000. — 45 с.
16. *Соколик А.И., Федорович Д.А.* Основы оптимизации калийного питания растений на загрязненных радиоцезием почвах // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—27.
17. *Тарасюк С.В., Пуятин Ю.В., Шмигельская И.Д.* Эффективность калийных удобрений при различной обеспеченности калием дерново-подзолистых почв в зоне радиоактивного загрязнения // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—75.
18. *Швец Д.И., Стрелко В.В., Опенько Н.М., Дюок Е.А.* Фитосорбция — новые возможности очистки радиоактивно загрязненных земель // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—161.
19. *Шевченко А.Л., Наседкин И.Ю.* Обращение с осушительно-увлажнительными системами в зонах радиоактивного загрязнения // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—138.
20. *Богданов Г.О., Стрелко В.В., Михайлов О.В.* Проблемы оптимального використання природних мінеральних силікатів (сорбентів) для мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—64.
21. *Мельник А.И.* Агрохімічні аспекти реабілітації забруднених сільськогосподарських угідь Чернігівщини // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—40.
22. *Перепелятнікова Л.В., Іванова Т.М., Каліненко Л.В.* Проблеми реабілітації виведених земель Житомирської області // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2001. — № 18. — С. 47—51.
23. *Жученко Ю.М., Осипенко А.Н., Тешковский А.В., Тимофеев А.С.* Прикладные аспекты реабилитации загрязненного региона с применением геоинформационных систем // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—9.
24. *Гродзинський Д.М.* Радіобіологічні та радіоекологічні проблеми, які висвітлювалися на 4-му з'їзді з радіаційних досліджень (радіобіологія, радіоекологія, радіаційна безпека) (Москва, 20—24 листопада 2001 р.)// Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2002. — № 1. — С. 61—65.
25. *Деревець В.В., Кірєєв С.І., Обрізан С.М. та ін.* Радіаційний стан зони відчуження в 2001 році // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2002. — № 1. — С. 3—31.

26. *Стан* демографічних процесів на територіях України, що зазнали впливу радіоактивних викидів внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції: смертність (1996—1998 роки) / Укл. М.І. Омелянець та ін. Інформаційно-статистичний довідник. Вип. 4. — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — 54 с.
27. *Іванов Ю., Стрелко В., Рибалка В. та ін.* Проблеми застосування сорбційних технологій для реабілітації Чорнобильської зони // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—228.
28. *Гудков І.М.* Мікродобрива як елемент системи протирадіаційного захисту на забруднених радіонуклідами землях // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—192.
29. *Подольк А.Г., Тимофеев С.Ф., Гребенищикова Н.В.* Эффективность контрмер, применяемых на лугах различных типов Белорусского Полесья после аварии на ЧАЭС // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—10.
30. *Калиненко Л.В., Перепелятнікова Л.В., Прістер Б.С., Іванова Т.М.* Методологічні та практичні аспекти реабілітації забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС сільськогосподарських угідь Українського Полісся // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—151.
31. *Лось І.П., Войцехович О.В., Зенюк А.Ю. та ін.* Эффективность реализованных контрзаходів // Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — С. 5.3.1.—5.3.10.
32. *Солонцов О.Н.* Перспективы применения гербицидов в лесных питомниках на землях, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—21.
33. *Садолько І.В., Суслов С.М.* Щодо створення мобільної лабораторії аварійного моніторингу // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—179.
34. *Кутлахмедов Ю.А., Давыдчук В.С., Жюв А., Грицюк Н.В.* Оценка эффективности технологии дезактивации почвы «Turf-Cutter» // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—127.
35. *Гарнага М.Г., Саміленко А.Є.* Розробити доповнення до регламенту моніторингу хвороб сільськогосподарських культур в 30-кілометровій зоні відчуження та рекомендації по зниженню їх шкодочинності // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—3.

36. *Архіпов М.П.* Екологічні наслідки дезактиваційних робіт у ближній зоні ЧАЕС // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—226.

37. *Давидова О.Є., Дульнєв П.Г., Сірик В.В., Вешницький В.А.* Нові агрохімікати і технологічні прийоми як резерв підвищення радіологічної і економічної ефективності контрзаходу — заліснення забруднених радіонуклідами територій // Зб. тез Міжнар. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — С. 2—53.

38. *Шестопалов В.М., Архіпов А.М., Войцехович О.В. та ін.* Автореабілітаційні процеси на забруднених територіях // Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — С. 3.5.1.—3.5.5.

39. *Кутлахмедов Ю.О., Кутлахмедова-Вишнякова В.Ю., Шиліна Ю.В., Балан П.П.* Оцінка параметрів радіємності як показників стійкості й надійності екосистем в умовах радіаційних аварій та інших впливів // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2002. — № 1. — С. 50—55.

40. *Францевич Л.І.* Чорнобильська зона відчуження у ХХІ сторіччі // 15 років Чорнобильської катастрофи. Радіаційна безпека в Україні. Бюл. НКРЗУ. — 2001. — № 1—4. — С. 113—126.

41. *Міжнародна конференція «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання».* Осн. висновки. — К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. — 11 с.

---

*Д. Гродзинський, О. Дембновецький, О. Левчук*

#### ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТРИМАННЯ РАДІАЦІЙНО УРАЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

##### Резюме

У статті проаналізовано стан уражених земель за 17 років після Чорнобильської катастрофи, наведено вагомні результати досліджень науковців за цей період, визначено дієві заходи щодо зменшення радіоактивного навантаження на такі землі та окреслено перспективи їх раціонального використання й утримання залежно від ступеня забрудненості і заселення.

*D. Grodzynsky, O. Dembnovetsky, O. Levchuk*

#### PERSPECTIVES OF USE AND KEEPING OF RADIATION DAMAGED LANDS

##### Summary

In the article the condition of the damaged lands during 17 years after Chernobyl disaster are analysed. The importance research works of the famous scientists of this period are listed. New action items how to minimise the radioactive load on such lands are developed. The authors describe the perspectives of the efficient use and keeping of the lands depending on the pollution and population level.

---

© Гродзинський Дмитро Михайлович. Академік НАН України. Академік-секретар  
Відділення загальної біології НАН України.

Дембновецький Олег Федорович. Кандидат біологічних наук. Заступник начальника  
Науково-організаційного відділу Президії НАН України.

Левчук Олег Миколайович. Кандидат біологічних наук. Старший науковий співробітник  
Науково-організаційного відділу Президії НАН України (Київ). 2003.