

# Як нам жити з Чорнобилем?

Чорнобильська катастрофа за своїми наслідками має багато вимірів. Це і спотворені долі людей, і навіки понівечена екологія значної частини Полісся, і низка технічних та безпекових проблем – починаючи від поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом і завершуючи зняттям з експлуатації Чорнобильської АЕС та планами перетворення зруйнованого четвертого енергоблока цієї станції на екологічно безпечну систему. Становище залишається складним і через популізм та безвідповідальність, що в чорнобильських питаннях притаманні майже всім вітчизняним партіям, парламентам та урядам від радянських часів і до сьогодні. Скільки на догоду виборцям прийнято потрібних і правильних законів! А результати де? Для виконання обіцянок не вистачить й усього бюджету країни. Утім, обмежуся вузькою проблематикою, а саме: що собою являє Чорнобильська зона відчуження й що з нею робити далі? Спочатку – децида історії.



Дмитро БОБРО, провідний науковий співробітник Національного інституту стратегічних досліджень, кандидат фізико-математичних наук за спеціальністю «Радіаційна фізика та ядерна безпека», учасник ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС

## Радіаційна аварія та її наслідки

Безпрецедентна за масштабами й наслідками радіаційна аварія, яка сталася 26 квітня 1986 року на Чорнобильській АЕС, стала національною трагедією: вона прирєкла на страждання мільйони українців, змінила довкілля й навіть помітно вплинула на психологію людей.

Унаслідок аварії було повністю зруйновано активну зону реактора четвертого енергоблока та більшість конструкції реакторної установки, знищено бар'єри й системи безпеки, які захищали довкілля й людей від радіації. Випромінювання в пошкодженій частині блока й навколо станції сягало таких рівнів, що штатні дозиметричні прилади не могли їх виміряти (тисячі рентгенів, а параметри приладів розраховані на фіксацію не більш як 200 рентгенів на годину). Дим і газ, котрі містили велику кількість радіоактивних продуктів поділу урану та трансуранових елементів, піднялися на висоту понад кілометр і рознесли радіоактивне забруднення на великі території по всьому світу.

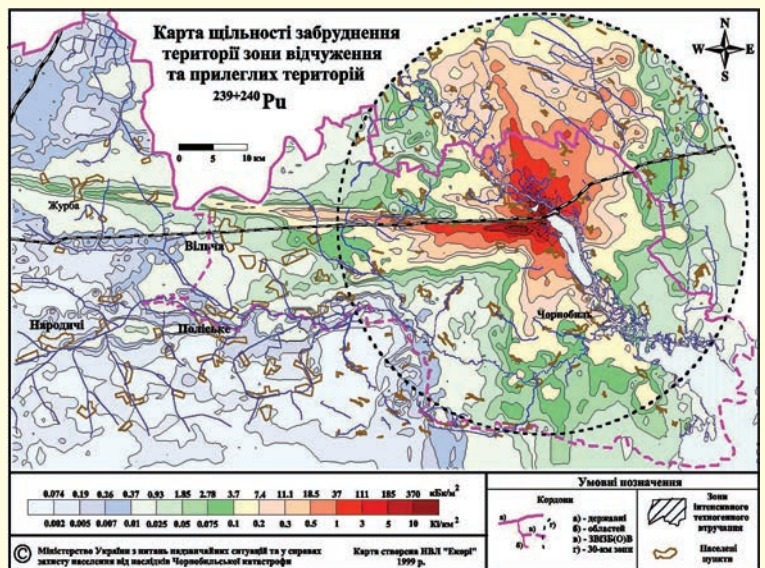
Хоча не зовсім коректно порівнювати наслідки Чорнобильської аварії з ядерним вибухом, оскільки за-

стосування ядерної зброї відразу спричиняє масову загибель людей, варто навести деякі промовисті цифри. Довготривалі радіаційні наслідки (радіоактивне забруднення місцевості) Чорнобильської катастрофи еквівалентні повітряному вибуху 400 (!) ядерних зарядів потужністю близько 20 кілотонн – таких, що були скинуті на Хіросиму та Нагасакі 1945 року.

## ДОВІДКА

Загальний викид радіоактивності за час гострої фази аварії оцінений у 13 ексабеккерелів ( $13 \cdot 10^{18}$  Бк) при загальній накопиченій активності в 210 ексабеккерелів (тобто викид становив близько 5% від усієї накопиченої в реакторі радіоактивності). Викид цезію (основного дозоутворювального ізотопу) сягнув близько 85 петабеккерелів ( $85 \cdot 10^{15}$  Бк). При цьому майже 40% його викиду припало на території України, Білорусі та Європейської частини Росії.

Площа найзабрудненіших територій зони відчуження (більш як  $555 \text{ кБк} \cdot \text{м}^2$  за цезієм) становить понад одну тисячу квадратних кілометрів. Ця сама територія піддалася й найбільшому забрудненню ізотопами стронцію (понад  $100 \text{ кБк} \cdot \text{м}^2$ ) та плутонію (понад  $5 \text{ кБк} \cdot \text{м}^2$ ). Слід зазначити, що основна їх частина пов'язана переважно з гарячими частинками, більшість яких випала в зоні відчуження.



## Що вдалося зробити

Відразу після аварії водночас із рятувальними роботами необхідно було запобігти подальшим радіоактивним викидам у довкілля та знизити рівні випромінювання на промисловому майданчику ЧАЕС. Лише шість місяців знадобилося проектантам і будівельникам, щоб ціною героїчних зусиль звести споруду, аналогів якої не знала світова практика. Спорудження саркофага (об'єкта «Укриття») над зруйнованим четвертим енергоблоком дало можливість захистити довкілля, людей (на-

самперед тих, хто працював на промисловому майданчику ЧАЕС) від радіоактивного випромінювання.

Після будівництва саркофага постали такі завдання й виклики, як поховання неконтрольованих скупчень радіоактивних відходів, що утворилися внаслідок аварії, запобігання винесенню радіонуклідів за межі 30-кілометрової зони, найбільш забрудненої радіонуклідами, здійснення радіаційного контролю та інформування населення тощо. Для цього в зоні відчуження створили виробничий комплекс, що й донині виконує завдання, спрямовані на забезпечення так званої бар'єрної функції зони відчуження.

Разом із тим зона стала й найбільшим науковим майданчиком для вивчення впливу радіації на рослинний і тваринний світи. Проводилися масштабні дослідження, спрямовані на зменшення вмісту радіоактивних речовин у продуктах рослинництва та тваринництва, реабілітацію радіоактивно забруднених територій. І якщо за першим напрямом були розроблені методики, які дали змогу істотно зменшити вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, то заходи з реабілітації території зони не дали відчутних результатів. Ці активні заходи були розраховані на те, що радіонукліди з ґрунту перейдуть у рослини, яку можна буде переробити, а вилучені радіоактивні відходи безпечно захоронити. Проте це потребувало неабияких витрат, а ефект на тлі природних процесів розпаду не виправдовував себе. Річ у тім, що перехід радіонуклідів із ґрунту в рослини є повільнішим, ніж природний розпад основних дозуювальних радіонуклідів стронцію та цезію, період напіврозпаду яких становить майже 30 років.

## Сучасні ризики

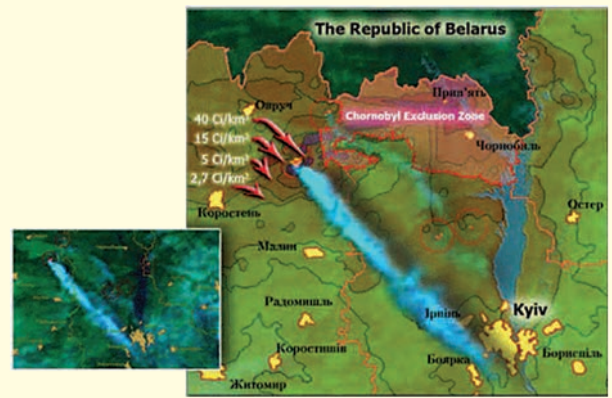
Особливості зони відчуження полягають у тому, що в результаті Чорнобильської катастрофи на цих територіях осіла значна кількість радіонуклідів, які досі перебувають у неконтрольованому стані та мігрують у природних процесах через підземні води, повітря, біогенний і техногенний виноси. Унаслідок цього радіаційний чинник залишається головною потенційною небезпечкою зони відчуження для населення, що проживає не тільки на прилеглих до неї територіях, а й в інших регіонах України.

Конкретні прояви цієї небезпеки – лісові пожежі, які стали, можна сказати, регулярними на території зони відчуження. Понад сто малих і середніх пожеж, спричинених недбалістю й безвідповідальністю людей, щороку відбувалися на території зони відчуження. Одна з наймасштабніших пожеж сталася 1992 року, коли полум'я охопило територію загальною площею 17 тисяч гектарів у південній частині зони відчуження. На щастя, тоді спостерігався порівняно низький рівень радіоактивного забруднення.

Дослідження сучасного розподілу вмісту радіонуклідів стронцію та цезію в лісовому біоценозі сосни (монокультури на більшості площ зони відчуження) свідчить, що найбільше цих радіонуклідів міститься в ґрунті (до 83% від загальної кількості), 6–13% акумулюється лісовою підстилкою, 6–10% перебуває в наземній частині дерев і 1–5% містить моховий покрив.

Отже, в разі катастрофічної лісової пожежі на найбільш забрудненій території активність повторного викиду може сягнути до 0,1 петабекереля ( $0,1 \cdot 10^{15}$  Бк), оскільки за верхової пожежі вигорають як наземна частина дерев, так і підстилка та мох. Радіоактивні продукти горіння можуть бути перенесені на сотні кілометрів і призвести до повторного локального радіоактивного забруднення територій у сотні квадратних кілометрів. Подібна ситуація вже трапилася в травні 2003 року, коли шлейфи диму досягли Києва.

Проте тоді великі пожежі виникли поза зоною відчуження, тому й радіаційна небезпека від них була незначною. Складніша ситуація трапилася влітку 2015 року,



коли на півдні зони порівняно великі за площею пожежі в сотні гектарів призвели до викиду вже чималих обсягів радіонуклідів (за даними Національного університету біоресурсів і природокористування України, викид цезію перевищив 6 терабекерелів, стронцію – 600 гігабекерелів, ізоотопів плутонію та америцію – 15 гігабекерелів). Щоправда, і цей викид, на щастя, не призвів до перевищення гранично допустимих концентрацій радіонуклідів у повітрі за межами зони. Порівняно невеликі радіаційні ризики від пожеж 2015 року пояснюються тим, що вони виникли на найменш забруднених радіонуклідами територіях зони відчуження.

Водночас у разі катастрофічних лісових пожеж у так званій десятці (десятикілометровій зоні) повторне локальне радіоактивне забруднення територій може зумовити потребу відселення з них мешканців, оскільки забрудненість довкілля відповідатиме зоні безумовного (обов'язкового) відселення (більш як  $555 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$  за цезієм). Найкритичніша ситуація може скластися в разі північно-західного вітру й дощу над Києвом, який спричинятиме осаджування гарячих частинок на територію міста. До того ж додатковим каталізатором небезпечних наслідків лісових пожеж у зоні відчуження може стати їх психологічне сприйняття населенням, простіше кажучи, паніка. Тож не випадково питання реабілітації забруднених територій та зменшення ризиків пожеж у зоні відчуження були й залишаються в центрі уваги як української, так і світової наукової спільноти. Ось деякі напрацювання вчених.

У Славутичі 1998 року провели міжнародний науковий семінар з метою вивчення можливості вилучення радіонуклідів із ґрунту за допомогою рослинності в поєднанні з виробництвом енергії з біомаси. І хоча відновлення забруднених територій у такий спосіб має дуже обмежену ефективність стосовно ізоотопів стронцію та цезію, головний висновок семінару полягав у такому: шукати технології безпечної утилізації радіоактивно забрудненої біомаси та виробництва з неї енергії.

2010 року в рамках проекту «Розробка стратегічної програми соціально-економічного розвитку Чорнобильського регіону та зони відчуження», який розроблявся за програмою TAFS Європейського Союзу, підготували звіт, в котрому, зокрема, йшлося, що «майбутні пожежі будуть набагато інтенсивнішими, аніж будь-які попередні в зоні відчуження». Вони матимуть вище полум'я, горітимуть довше й створюватимуть більше диму. Пожежі такого масштабу називають «катастрофічними пожежами». Їх важко контролювати, й вони становлять «загрозу безпеці пожежників і населення в цілому». Джерело такої небезпеки – недоглянуті ліси. У звіті також констатовалося: «Великі масиви радіоактивно зараженого сухого лісу в зоні відчуження Чорнобильської АЕС зумовлюють високий ризик пожеж і подальшого поширення вітром радіоактивності поза межі зони, що може досягти великих міст (наприклад, Києва) та інших країн Європи». Спостереження свідчать, що дим від лісових пожеж у зоні відчуження може поширюватися на сотні кілометрів за її межі, збільшуючи рівень радіоактивності навіть у віддалених областях.

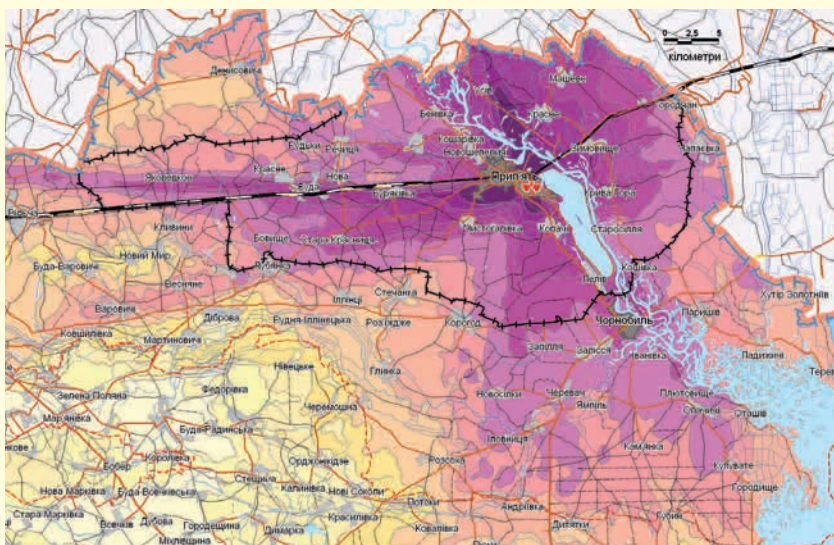
А головним засобом запобігання ризику катастрофічних пожеж європейські та українські вчені вважають безпечну утилізацію забруднених сухих лісів. При цьому єдиним дієвим способом, з огляду на їхні великі масиви, може бути контрольоване спалювання або газифікація деревини. Отриману енергію можна використати для енергозабезпечення місцевих систем централізованого теплопостачання (міста Чорнобиля, комплексу із захоплення РВВ «Вектор», Чорнобильської АЕС), що дасть можливість значно скоротити енерговитрати, а отже, й обсяги споживання імпортованого природного газу.

## Пропозиція від Міністерства екології та природних ресурсів і три «але»

Про це варто сказати окремо. Міністерство екології та природних ресурсів України тим часом пропонує перетворити всю Чорнобильську зону відчуження на біосферний заповідник!

Такий підхід унеможливить масштабну діяльність у зоні відчуження, спрямовану на зменшення ризиків лісових пожеж. Так, відповідно до Закону «Про природно-заповідний фонд України» на території заповідних зон біосферного заповідника, режим яких встановлюється відповідно до режиму природних заповідників, **забороняється будь-яка господарська та інша діяльність**, що суперечить цільовому призначенню заповідника, порушує природний розвиток процесів та явищ або створює загрозу шкідливого впливу на його природні комплекси й об'єкти, зокрема: будівництво споруд, шляхів, лінійних та інших об'єктів транспорту й зв'язку, не пов'язаних із діяльністю природних заповідників, пересування механічних транспортних засобів, за винятком шляхів загального користування, проліт літаків і вертольотів нижче 2000 метрів над землею, порушення ґрунтового покриву, **всі види лісокористування**.

Якщо порівняти пропоновані межі біосферного заповідника з картою схемою забруднення зони відчуження, то видно, що заповідна зона, де законом суворо заборонено майже всі види діяльності, охоплює практично всю найзабрудненішу територію.



Фактично йдеться про **заборону проведення будь-яких відновлювальних заходів і консервацію радіаційного стану на цих територіях**. З огляду на висновок про низьку ефективність заходів із реабілітації радіаційно забруднених земель порівняно з природними процесами розпаду радіостронцію та радіоцезію пропозиція могла б видатися цілком слушною, якби не три «але».

Перше «але», яке може «вистрілити» вже в короткостроковій перспективі, – **пожежна небезпека**. І про це досить докладно ми вже казали.

Друге «але». Не можна ігнорувати **один із принципів державної політики у сфері радіаційного захисту, що не дозволяє перекладати відповідальність на майбутні покоління**.

І третє «але». Не слід забувати, що **зона забруднена не тільки цезієм та стронцієм, а й плутонієм, період напіврозпаду двох найнебезпечніших ізотопів якого становить 24 тисячі та 6,5 тисячі років. Окрім того, протягом наступних 300–400 років у зоні зростає кількість америцію, який є продуктом розпаду плутонію та небезпечніший за нього**. Очистити зону від цих ізотопів можливо, лише застосовуючи активні заходи з реабілітації.

Складно зрозуміти й те, яким чином біосферний заповідник забезпечить досягнення цілей, визначених Законом «Про основні засади (Стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», що передбачає, зокрема:

- **реабілітацію територій**, які зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, та повернення земель Чорнобильської зони відчуження в економіку України з метою подальшого ефективного використання й розвитку промислового майданчика та виробничої інфраструктури Чорнобильської АЕС і зони відчуження;

- **ефективне використання лісових ресурсів** на територіях, радіоактивно забруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, **насамперед із метою запобігання лісовим пожегам**.

Наразі повномасштабну реалізацію цих проектів стримує не так відсутність достатнього фінансування, як неготовність до безпечної утилізації таких значних обсягів радіаційно забрудненої деревини. Саме в цьому напрямі й важливо діяти, спрямовуючи зусилля на пошук необхідних технологій та інвесторів. Тим паче що виконання аналогічних завдань передбачене й Концепцією реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в окремих зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Зокрема, з метою зменшення ризику виникнення лісових пожеж передбачалася реалізація проектів у сфері зеленої енергетики (використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії, утилізація радіаційно забрудненої деревини).

## Підсумки та поради

Зона відчуження – це найбільш забруднена внаслідок Чорнобильської катастрофи територія, з якої було евакуйоване все населення. Її площа сягає **понад дві тисячі квадратних кілометрів**. Приблизно на половині цієї площі ніколи не можна буде проводити діяльність без обмежень за радіаційним чинником. Тобто **щонайменше тисяча квадратних кілометрів** цієї зони назавжди залишаться закритими, оскільки дози радіації тут іще **протягом кількох десятків тисяч років** перевищуватимуть допустимі.

У цьому зв'язку ще раз варто згадати **головну функцію зони відчуження – бар'єрну**. Ймовірно, **ця функція буде затребуваною ще тисячі років**. Однак

це не означає, що на території зони відчуження взагалі не можна проводити жодної діяльності. Зокрема, чи не тут найкраще розташовувати комплекси для захоплення або довготривалого зберігання радіоактивних відходів і відпрацьованого ядерного палива? Кілька слів про цей аспект, пов'язаний із **технологіями використання ядерної енергії**.

У зоні вже будують комплекс «Вектор», у сховища якого передбачається звезти радіоактивні відходи з усієї України. Тут же споруджують і сховище для відпра-



## На 83-му році пішов із життя Анатолій АВДІЄВСЬКИЙ

Художній керівник і головний диригент Національного заслуженого академічного українського народного хору імені Григорія Верьовки помер у лікарні «Феофанія», де готувався до операції. А перед цим співав дуєтом із солісткою славетного хору, мріяв поїхати з концертом в Одесу, де свого часу закінчив консерваторію, згадував рідне село Федвар (нині Підлісне) на Кіровоградщині.

Ще молодим любив грати на скрипці, мандоліні та сопілці. 1958 року в Житомирі створив поліський ансамбль пісні й танцю «Льонок». Був його художнім керівником і головним диригентом до 1963-го. Директором хору імені Верьовки став 1966-го. Очолював його 50 років. До складу колективу входять хор, оркестр і танцювальна група – загалом близько 150 осіб. Гастролювали в Канаді, Мексиці, Франції, Швейцарії, Білорусі, Польщі та Німеччині.

Хор імені Верьовки виконував лише українські пісні. Наприкінці 1980-х у фольклорній опері «Цвіт папороті», музику до якої написав Євген Станкович, побачили націоналізм, однак Анатолій Авдієвський твору не зрікся. Викладав у Київській консерваторії та столичному інституті культури, з 1991 року очолював Всеукраїнську музичну спілку. 1968-го отримав спільно з Гри-



горієм Верьовкою Шевченківську премію. Був нагороджений орденами Ярослава Мудрого IV та V ступенів, удостоєний звання Героя України. Часто згадував сина, котрий загинув у автокатастрофі, спокійно ставився до великої слави, не будував помпезних палаців – любив свою скромну дачу, сам доглядав дерева й сівя квіти.

М. С.

цьованого ядерного палива Чорнобильської АЕС. Території зони відчуження найприйнятніші для розташування централізованого сховища для відпрацьованого ядерного палива українських АЕС, а також глибинного сховища, розміщеного в стабільних геологічних формаціях, для найбільш небезпечних високоактивних довгоіснуючих радіаційних відходів, включаючи й паливовмісні матеріали об'єкта «Укриття».

Ще один важливий аспект – впровадження та розвиток технологій, застосування яких можливе й на радіаційно забруднених землях. Передовсім це **альтернативна енергетика**. У зоні достатньо площ, на яких є можливість розмістити сонячні станції, сумарна потужність яких була б еквівалентна потужності Чорнобильської АЕС. При цьому розгалужена мережа ліній електропередачі, що залишилася в зоні «в спадок» від ЧАЕС, дає можливість істотно знизити витрати на створення таких станцій.

Щодо лісів, які ростуть на радіаційно забруднених землях. Обсяги деревини, що можуть бути отримані тільки під час санітарних і протипожежних рубок, забезпечили б паливом енергетичні установки сумарною потужністю до 100–200 млн. Вт (тобто 10–20% від потужності атомного блока-«мільйонника»).

Водночас енергетичні технології можуть сприяти **реабілітації забруднених земель і поступовому їх поверненню в господарський обіг**. Це, наприклад, вирощування рапсу, швидкорослої верби, інших «енергетичних» рослин, що дає змогу поступово «втягувати» радіонукліди з ґрунту. Сприятливий чинник полягає в тому, що радіація переважно накопичується не в олійних частинах рослин, а в бадиллі, й на виході маємо чисте біопаливо. Утилізуючи залишки переробки та іншу радіоактивно забруднену деревину на установках, оснащених спеціальними системами, які контролюють та вилучають радіацію й гарантують безпечне поводження з радіоактивними відходами переробки, отримуємо чисту «зелену» енергію.

Розвитку таких технологій у зоні відчуження сприяє й та обставина, що нині в усьому світі загострилася конкурентна боротьба за посівні площі між продовольчими та «енергетичними» сільськогосподарськими

культурами. І лише на забруднених землях Чорнобиля «енергетичні» культури не мають конкурентів і тому в них багато переваг.

Важко переоцінити значення згаданих енергетичних проектів і тому, що вони здатні дати **синергетичний ефект**. Синергетика тут полягає в тому, що водночас забезпечуються:

- зниження рівня небезпеки пожеж у лісах зони відчуження;
- зменшення ризику винесення радіації із зони відчуження;
- зменшення обсягів радіоактивних відходів, які підлягають захороненню (це тільки фільтри й зола, а не масиви радіаційно забрудненої деревини);
- отримання порівняно дешевого тепла та електроенергії, що скорочує обсяги використання дорогого імпортного газу;
- розвиток альтернативної енергетики – енергетики майбутнього;
- поступове очищення землі від радіації, а в перспективі – повернення її в господарський обіг без обмежень за радіаційним чинником.

Не можна не сказати про те, що зона відчуження – **це унікальний полігон для фундаментальних наукових досліджень та науково-практичної діяльності**. Крім з'ясування впливу радіації на біоту та дослідження міграції радіонуклідів, тут можна організувати, наприклад, практичні заняття щодо дій в умовах радіоактивного забруднення, проводити заходи за участю зарубіжних науковців.

А щодо **розвитку заповідної справи** в зоні відчуження, реалізації проектів, спрямованих, зокрема, на захист і збереження біорізноманіття, слід орієнтуватися, на нашу думку, не на згадані пропозиції Міністерства екології та природних ресурсів України, а на вже апробовані в Білорусі засади створення та діяльності радіоекологічного заповідника. Особливості функціонування цього заповідника варто покласти в основу відповідного вітчизняного закону, щоб забезпечити можливість різнобічної діяльності в Чорнобильській зоні відчуження щодо реабілітації території та їх протипожежного захисту.