

## ПЕРЕДМОВА

З наближенням 26 квітня в пам'яті кожного із нас висвітлюються спогади про весну 1986 року, коли весь світ здригнувся від звістки про вибух ядерного реактору на Чорнобильській АЕС. Минуло вже 25 років від тієї зловісної події. Стали дорослими діти, які народилися в ту годину, стали пенсіонерами ті ліквідатори, які залишились живими. Але відлуння того часу ще до сих пір шматує серця людей, що безпосередньо приймали участь у ліквідації наслідків аварії. Ніколи не будуть забутими імена тих, хто був поруч з ними, але не дожив до сьогоднішнього дня.

Напередодні 25-річчя від дня чорнобильського вибуху, 11 березня 2011 року, виписалась ще одна чорна сторінка в історії ядерних катастроф — сталася нова техногенна аварія, яку назвали Японським Чорнобилем. Стихійне лихо у вигляді потужного землетрусу і десятиметрового цунамі обрушилось на острів Хонсю. Було виведено з ладу систему охолодження ядерних реакторів АЕС Фукусіма-1, розташованої на узбережжі, що спричинило викиди і розповсюдження летючих радіоактивних речовин. В силу різної будови реакторів Фукусіми і Чорнобиля спостерігався різний характер радіаційного забруднення навколишнього середовища. Японський уряд і спеціалісти з атомної енергетики докладають всіх зусиль щоб уникнути масового опромінення населення і співробітників АЕС. З деякою упевненістю можна вважати, що чорнобильський досвід з ліквідації наслідків радіаційної аварії може бути корисним при прийнятті урядових рішень в Японії. Слід віддати пошану пожежним і пілотам вертольотів, які ціною власного здоров'я і життя рятували своїх співвітчизників, так само як українські гасили вогонь у 4 енергоблоці ЧАЕС в умовах смертельної небезпеки. Причина аварії як на ЧАЕС, так і на Фукусімі одна — людський фактор. В Японії, з-за непередуманих до кінця рішень щодо захищеності від цунамі, АЕС споруджена на ризикованій території, що може піддаватись руйнівній силі. На 4 енергоблоці ЧАЕС аварія сталась внаслідок помилки персоналу при проведенні технологічних випробувань.

При всій економічній вигідності атомної енергетики, АЕС є потенційно небезпечними об'єктами і завжди існує ризик як від антропогенного, так і природного чинників, що змушує фахівців і надалі удосконалювати систему безпеки АЕС, а людство — замислитись у пошуках альтернативних і одночасно економічно ефективних джерел енергозабезпечення.

Від 26 квітня 1986 року Чорнобильська катастрофа віддалилась на 25 років. Залишилися далеко позаду перші післяаварійні тижні й місяці, коли в умовах жорсткого цейтноту і небезпеки для життя здійснювались контрзаходи як натурні експерименти, матеріалом яких часто були люди, а ефективність цих заходів (або неефективність) вже поспіль підтверджувалась науковими дослідженнями. Звичайно зараз, з висоти чверті століття, можна сказати, що багато масштабних заходів з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи були непотрібними і навіть шкідливими. Такі, наприклад, як будівництво більше сотні гребель і дамб на малих річках Зони відчуження, що призвело до заболочення і загибелі лісів вже у 1988 році, так що подальша ліквідація цих споруд не змогла виправити стану загубленої природи. А кліноптилоліт, доставлений літаками з Кавказу, залишається вічним нагадуванням про те, що квапливість і непередуманість приносять великі збитки. Таких прикладів можна навести безліч. Проведення дезактивації силами військ хімзахисту коштувало 500 млн. крб., а будівництво м. Славутич обійшлося в 490 млн. крб. Але найбільш за все шкода не грошей, а втрат людського життя. Чорнобиль штампував ліквідаторів, їх чисельність становила понад 600 тисяч, з яких може добра половина залишилась живими. Ближче до осені 1986 р. до робіт з дезактивації в Зоні відчуження стали залучати всіх бажаючих, так званих «партизанів», спокушаючи високими заробітками. Люди йшли за власним бажанням не тільки за гроші, хоча таких вистачало, а й керуючись почуттям професійної відповідальності за свою справу, яка може бути корисною в умовах загрозливої небезпеки.

Невідкладні дезактиваційні роботи на ЧАЕС проводились для того, щоб створити безпечні умови для персоналу, який обслуговував три перших діючі енергоблоки. І тим більше невиправданим виглядало політичне рішення про дострокове зупинення діючих реакторів, які за своїми експлуатаційними характеристиками могли б

успішно продовжувати свою роботу протягом багатьох років. Держава замість здобутої електроенергії одержала затратну проблему виведення ЧАЕС з експлуатації.

Безпосередня участь українських вчених, в тому числі наших співробітників, в дослідженнях щодо мінімізації наслідків радіаційного забруднення територій, моніторингу міграції радіонуклідів в об'єктах наземних екосистем після Чорнобильської аварії дозволили спрогнозувати зміни радіаційного стану і їхній вплив на навколишнє середовище, тим самим — на здоров'я людей.

В основу прогнозування радіоекологічного стану екосистем та еколого-геохімічного картування забруднених територій покладено геохімічну концепцію формоутворення техногенних радіонуклідів, відповідно до якої процеси водної міграції токсикантів протікають синхронно з їх трансформацією в ґрунтах. Це наукове досягнення — результат багаторічної, кропіткої праці — дослідження тисяч проб ґрунту, води і рослинності.

Результати еколого-геохімічних досліджень у Чорнобильській зоні відчуження дозволяють зробити висновок, що еволюційний стан природно-техногенних систем спрямований на самоочищення, на досягнення динамічної рівноваги, що обумовлюється стабільністю біогеохімічних потоків і незначною кількістю техногенної речовини, залученої до біогеохімічних циклів. Одночасне забруднення наземних і водних екосистем на великій території створило граничні умови для розробки фундаментальних положень геохімії техногенезу, які викладено в передовій статті цього збірника.

Без антропогенного втручання природа Зони відчуження відновлюється і розвивається за еволюційними законами релаксації після техногенного навантаження і навіть згодом може перетворитися в туристичну зону.

В науковому аспекті Чорнобильська Зона відчуження стала не тільки унікальним полігоном для експериментальних досліджень, але і епіцентром радіаційної небезпеки, де зосереджено безліч відходів, а основну загрозу несе об'єкт «Укриття» (ОУ). Бетонна споруда над зруйнованим реактором під назвою «Саркофаг» у свій час стала захисним інженерним бар'єром на шляху розповсюдження радіоактивності. Нажаль гарантійний термін об'єкту «Укриття» складає 30 років і це створює серйозну екологічну небезпеку.

Відповідно до затвердженої Стратегії перетворення об'єкту «Укриття» на екологічно безпечну систему паливовмісні матеріали (ПВМ) та інші довгоіснуючі РАВ мають бути вилучені з нього та видалені до геологічного сховища. Державне політичне рішення щодо термінів і місця спорудження геологічного сховища на сьогодні ще не прийнято. Згідно Стратегії поводження з радіоактивними відходами в Україні, схваленої Кабінетом Міністрів України у 2009 році, геологічне сховище передбачається спорудити до 2047 року. До того часу об'єкт «Укриття», за визначеним йому статусом, виконуватиме функцію тимчасового сховища неорганізованих РАВ.

За Планом здійснення заходів на ОУ у даний час виконуються роботи першого етапу перетворення його на екологічно безпечну систему — зі стабілізації конструкції ОУ. На другому етапі будуть проведені роботи зі спорудження нового безпечного конфайнменту (НБК) та підготовки до вилучення ПВМ. У процесі проведення цих робіт на території ОУ значні обсяги РАВ, що локалізовані або розосереджені у техногенному шарі ґрунту, мають бути оброблені та переміщені до сховищ різних типів.

Необхідно загострити увагу на тому, що із завершенням будівництва НБК постануть нові проблеми поводження з РАВ. У процесі експлуатації НБК конструкції останнього, у зв'язку з їхнім постійним забрудненням, потребуватимуть регулярної дезактивації, що призведе до виникнення великих об'ємів рідких РАВ. Значні обсяги РАВ виникатимуть внаслідок штатних ремонтних робіт. Особливо гострою буде проблема поводження з РАВ, яка виникне при радіаційній аварії внаслідок вірогідного руйнування конструкції ОУ, що власне є основною мотивацією спорудження НБК. Ліквідація можливої аварії, в тому числі виконання робіт з дезактивації та поводження з РАВ, у замкненому просторі виглядає складною проблемою — як у технологічному плані, так і в плані радіаційної безпеки персоналу.

Не менш серйозними проблемами поводження з РАВ у процесі перетворення ОУ на безпечну систему будуть ті, що безпосередньо стосуються вилучення ПВМ та інших довгоіснуючих РАВ із ОУ. Проектом НБК не передбачено ані достатнього простору, ані

достатнього запасу міцності його конструкцій для розміщення технологічного обладнання. Очевидно, що НБК виконуватиме функцію захисту ОУ від зовнішнього впливу, як і функцію захисту довкілля від радіаційного впливу, лише на першому і другому етапах перетворення ОУ. Наявність НБК буде практично непереборною перешкодою здійсненню третього етапу за прийнятої стратегії перетворення ОУ, що передбачає вилучення з нього ПВМ та інших довго існуючих РАВ.

Таким чином, назріла необхідність не лише більш глибокої розробки питань на всіх етапах робіт на ОУ, а й вдосконалення самої стратегії перетворення ОУ, з передбачуваною можливістю використання альтернативних варіантів перетворення ОУ на основі всебічного техніко-економічного аналізу запропонованих проектів. Зокрема заслуговують на увагу варіанти перетворення ОУ на поверхневе довготермінове сховище довгоіснуючих РАВ (проект «Моноліт»), або на екологічно безпечне геологічне сховище шляхом контрольованого переміщення його у глибокі геологічні утворення та інші.

Тому на даний час основною проблемою для України є поводження з радіоактивними відходами різного ступеня небезпеки (не тільки чорнобильського походження) та їх захоронення у глибокі геологічні формації. Над цією проблемою також успішно працюють наші вчені.

Цей збірник наукових праць присвячується 25-річчю Чорнобильської катастрофи. В ньому представлено і спогади про події минулих років, і наукові досягнення фундаментального характеру на основі робіт чорнобильської тематики, і роботи молодих вчених, які тільки починають свій творчий шлях в науці, спрямовуючи свої зусилля на дослідженнях з екологічної безпеки.

***Е.В. СОБОТОВИЧ***