

З. М. Алексеева¹, Т. М. Василенко¹,
С. М. Кондратьев¹, Є. О. Ніколаєв¹,
Н. А. Бурзак², Т. Я. Кутузова²,
Б. П. Злобенко³, Л. В. Спасова³

¹Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки

²Державний комітет ядерного регулювання України

³Інститут геохімії навколишнього середовища

Питання забезпечення безпеки при виборі майданчика розташування сховищ для захоронення радіоактивних відходів

Розглянуто основні положення нормативного акта «Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів», яким встановлено технічні та організаційні вимоги до вибору майданчиків для сховищ РАВ приповерхневого та геологічного типу.

З. М. Алексеева, Т. М. Василенко, С. М. Кондратьев,
Є. О. Николаев, Н. А. Бурзак, Т. Я. Кутузова,
Б. П. Злобенко, Л. В. Спасова

Вопросы обеспечения безопасности при выборе площадки размещения хранилищ для захоронения радиоактивных отходов

Рассмотрены основные положения нормативного акта «Требования к выбору площадки размещения хранилища для захоронения радиоактивных отходов», в котором установлены технические и организационные требования по выбору площадки для хранилищ РАО приповерхностного и геологического типа.

Захоронення радіоактивних відходів (РАВ) має проводитися у такий спосіб, який передбачає пасивну ізоляцію відходів системою захоронення, забезпечуючи захист здоров'я теперішніх та майбутніх поколінь людей від негативного впливу РАВ без необхідності підтримки рівня безпеки захоронення прийдешніми поколіннями [1–4].

При визначенні концепції ізоляції відходів значну увагу приділяють природним бар'єрам з точки зору їх здатності виконувати певні функції безпеки, які б доповнювали функції інженерних бар'єрів сховища, особливо на довготривалій термін [5–9]. З цією метою до початку спорудження сховища для захоронення певних категорій РАВ здійснюють вибір майданчика з певними природно-кліматичними умовами та геологічними властивостями.

Відповідно до міжнародного досвіду регулювання безпеки захоронення РАВ загальні вимоги щодо розміщення сховища (головним чином, якісні), а також критерії, за якими безумовно виключається можливість використання певних територій, встановлюються у нормативних документах [2–9].

У чинній нормативно-законодавчій базі України вимоги до майданчиків сховищ РАВ загального характеру визначено у законах [10, 11] та документах верхнього рівня [12]. Так, прийняття рішення про розміщення сховищ РАВ регламентовано законами України [3–6]. У документі [12] встановлено критерії радіологічного захисту та визначено загальну структуру формування рішення про види захоронення РАВ з урахуванням умов територій, де планується розміщення сховища (зокрема, забороняється відведення майданчика в межах територій, де існують перспективні родовища корисних копалин та підземні водні ресурси для питного водопостачання). Деякі загальні вимоги до майданчиків приповерхневих сховищ містяться у документі [13]. Для геологічних сховищ у 2007 р. розроблено документ [14], яким визначено стадійність вибору майданчика. В той же час серед чинних нормативно-правових актів України були відсутні документи, які б містили послідовні та детальні вимоги до характеристик майданчиків розміщення приповерхневого та геологічного сховищ, процедури вибору майданчиків та вимоги до оцінки умов їх розміщення.

Державним комітетом ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) розроблено та наказом № 188 від 14.11.2008 р. введено в дію нормативний акт «Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів» (далі — НА), в якому:

визначено принципи і критерії радіаційного захисту та основні вимоги забезпечення безпеки, що розглядаються при виборі майданчика розміщення приповерхневого та геологічного сховища;

встановлено загальні вимоги до характеристик майданчика (в залежності від виду сховища та категорій РАВ) і процедур його вибору;

надано перелік факторів природного і техногенного походження (показників придатності), які розглядаються при визначенні придатності майданчика для розташування сховища.

Нижче наведено аналіз основних положень НА.

Підходи до встановлення вимог безпеки, що реалізуються при виборі майданчика розміщення сховища

Ідеологія документа «Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів» базується на положенні, що при захороненні РАВ має гарантуватися додержання основних принципів безпеки та критеріїв радіаційного захисту стосовно захоронення РАВ [1, 4, 12]. У зв'язку з цим вимагається, щоб система захоронення в цілому забезпечувала:

фізичну локалізацію РАВ (утримання та ізоляцію РАВ від людини і навколишнього природного середовища) та обмеження доступу людини до відходів;

обмеження швидкості надходження радіонуклідів до біосфери;

мінімізацію опромінення персоналу і населення (дотримання принципу ALARA);

запобігання або мінімізацію необхідності проведення технічного обслуговування сховища після його закриття.

При формулюванні основних критеріїв придатності майданчика та вимог до його характеристик розробники виходили з того, що ефективність ізоляції розміщених у сховищі відходів визначається інтегральною дією системи захоронення, яка містить три основні компоненти (бар'єри): майданчик, інженерну систему сховища, упаковки РАВ. Для забезпечення впевненості в належному захисті здоров'я людини і навколишнього природного середовища після закриття сховища допускається встановлення адміністративного контролю, який може бути активним (обслуговування, моніторинг і, за потреби, проведення коригувальних дій) та (або) пасивним (обмеження землекористування, збереження інформації про сховище тощо).

Мета вибору майданчика полягає у визначенні придатних для розміщення сховища одного або кількох майданчиків та виборі такого з них, характеристики якого разом з властивостями інженерних бар'єрів дадуть змогу оптимально досягти цілей безпеки при захороненні РАВ — захистити здоров'я людини та навколишнє природне середовище протягом терміну потенційної небезпеки РАВ без розрахунку на можливість підтримання прийдешніми поколіннями рівня безпеки системи захоронення.

Майданчик приповерхневого та геологічного сховищ повинен мати належну утримуючу та ізолюючу здатність по відношенню до запланованих для захоронення типів РАВ, а також дозволяти проводити всі необхідні інженерні роботи зі створення штучних бар'єрів системи захоронення. Вибір придатного майданчика базується на пошуку фізично і хімічно стабільного геологічного оточення сховища, яке б забезпечувало належне утримання радіонуклідів протягом необхідного періоду часу за рахунок виконання природними бар'єрами відповідних функцій безпеки. Таким чином, при дослідженні потенційних майданчиків ідентифікуються сприятливі властивості геологічного оточення, а також виявляються негативні аспекти, які можуть впливати на працездатність (ефективність) природного бар'єра щодо виконання відповідної функції безпеки.

Базові положення вибору майданчика

Вибір майданчика має здійснюватися з урахуванням питань володіння і користування землею відповідно до Земельного кодексу України та Кодексу України про надра; остаточне рішення про розміщення сховища ухвалює

Верховна Рада України шляхом прийняття відповідного закону [11].

Як головний критерій придатності майданчика для розміщення сховища в НА розглядається здатність системи захоронення досягти цілей безпеки при захороненні РАВ з урахуванням:

обсягів та характеристик РАВ;

існуючих природних та техногенних характеристик майданчика та їхніх потенційних змін у майбутньому;

подій та процесів природного і техногенного походження та їхніх потенційних змін у майбутньому;

технічних можливостей спорудження сховища, соціально-економічних та демографічних факторів.

В НА задекларовано такі базові підходи та основні принципи вибору майданчика.

Вибір майданчика розпочинається розробкою концепції проекту сховища й обстеженням регіонів, з послідовним характеризуванням потенційних майданчиків та підтвердженням пріоритетного майданчика для захоронення відповідних категорій РАВ. Досліджуються природні, техногенні, соціально-економічні чинники, котрі можуть потенційно впливати на безпеку системи захоронення, на кількох майданчиках — кандидатах для вибору найперспективнішого з них за комплексом показників. Перевага надається такому, характеристики якого дозволять забезпечити додержання принципів і критеріїв радіаційного захисту та вимог безпеки з урахуванням соціально-економічних факторів. При цьому на кожній стадії процесу вибору майданчика мають визначитися конкретні критерії (показники придатності), за якими проводиться аналіз територій (скринінг).

Для оцінки придатності майданчика під розміщення сховища виконуються прогнози розрахунки можливого виходу радіонуклідів із сховища та їх розповсюдження в навколишньому середовищі на основі моделей стану геологічного середовища та процесів, що обумовлюють рух забруднювачів.

Принципи, критерії радіаційного захисту та основні вимоги до забезпечення безпеки

Виходячи з принципів неперевищення та оптимізації [1, 4, 12], в НА формулюються критерії радіаційного захисту на період експлуатації та довготривалий термін після закриття сховища. Сховище задовольняє вимогам безпеки, якщо при експлуатації та в період закриття не перевищуються ліміт доз для персоналу та квота річної ефективної дози поточного опромінення населення, а також референтні ймовірності критичних подій, дози та (або) ризики потенційного опромінення. Довготривала безпека сховища після закриття базується на прогнозних оцінках індикаторів безпеки (доз або ризиків). Прогнозована доза для репрезентативного члена критичної групи населення при нормальному (еволюційному) протіканні природних процесів на майданчику не повинна перевищувати визначену нормами радіаційної безпеки квоту ліміту річної ефективної дози протягом терміну потенційної небезпеки РАВ. Результати прогнозних оцінок мають показати, що при малоймовірних (катастрофічних) зовнішніх впливах природного й техногенного походження на майданчику розміщення сховища (малоймовірних сценаріях розповсюдження радіонуклідів із системи захоронення) не перевищуватиметься ліміт індивідуального сумарного

ризик $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$ (прийнятний ризик) і передбачено всі економічно доцільні заходи, спрямовані на підвищення ефективності утримування та ізоляції РАВ системою захоронення для зниження ризику до $5 \cdot 10^{-7} \text{ рік}^{-1}$ (ризик, яким можна знехтувати). З урахуванням невизначеностей прогнозних оцінок на віддалене майбутнє радіаційний захист прийдешніх поколінь вважається забезпеченим, якщо оцінені ризики для здоров'я людини знаходяться у діапазоні від $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$. В разі, якщо оцінене значення ризику перевищує $1 \cdot 10^{-6} \text{ рік}^{-1}$, але нижче за $5 \cdot 10^{-5} \text{ рік}^{-1}$, радіаційний захист розглядається як достатній, якщо доведено, що подальше зниження ризиків є економічно недоцільним.

НА чітко визначає вимогу про необхідність забезпечення безпеки захоронення РАВ пасивними заходами за рахунок створення багатобар'єрної системи захисту. Зазначено, що структура системи бар'єрів, функції безпеки кожного з бар'єрів та необхідний термін збереження їхньої ефективності, а також глибина розміщення сховища визначаються виходячи з характеристик запланованих для захоронення РАВ, властивостей матеріалів бар'єрів та прогнозних розрахунків безпеки системи захоронення. Серед основних вимог до природних бар'єрів висунуто вимогу щодо обмеження контакту ґрунтових вод з інженерними бар'єрами сховища та надходження радіонуклідів до доступного середовища при порушенні функцій безпеки інженерних бар'єрів. При цьому для приповерхневого сховища природні бар'єри розглядаються як додаткові, а основним компонентом забезпечення безпеки є система інженерних бар'єрів. Для геологічного сховища основним компонентом забезпечення довгострокової безпеки є природні бар'єри.

Паралельно з вибором майданчика та проведенням оцінки безпеки розроблюється проект сховища. Майданчик вибирається, а інженерні бар'єри проектується таким чином, щоб утримуюча та ізолююча функції системи захоронення в цілому не базувалися виключно на дії окремого бар'єра або на окремій його функції. При обґрунтуванні безпеки має бути доведено, що інтегральна здатність системи захоронення дозволяє забезпечити відповідність критеріям безпеки на термін потенційної небезпеки РАВ з урахуванням очікуваної еволюції системи захоронення та можливих зовнішніх впливів на майданчику сховища після його закриття. Обґрунтування довготривалої безпеки системи захоронення має включати прогнозні оцінки наслідків:

сценаріїв найімовірнішої еволюції системи захоронення (протікання природних процесів на майданчику та деградація інженерних бар'єрів сховища) протягом терміну потенційної небезпеки РАВ;

малоймовірних природних руйнівних подій, які можуть порушувати ізолюючу здатність системи захоронення в період експлуатації та після закриття сховища;

сценаріїв ненавмисного вторгнення людини до сховища на момент завершення адміністративного контролю.

Загальні вимоги до характеристик майданчика

НА встановлює вимоги до характеристик майданчика, які дозволятимуть визначати придатність потенційних майданчиків для розміщення приповерхневого та геологічного сховища з точки зору забезпечення безпеки. Вони сформульовані як якісні вимоги до геологічних, гідрогео-

логічних, геохімічних характеристик майданчика, котрі мають сприяти утримуванню та ізоляції РАВ і перешкоджати витоку радіонуклідів у доступне середовище. До переліку найважливіших вимог до майданчика сховища увійшли такі.

Геометричні розміри. Необхідною умовою розміщення сховища в межах певної геологічної формації є наявність геологічного блока порід достатнього об'єму з відносно сталими характеристиками, здатними забезпечити безпеку захоронення РАВ відповідно до концепції проекту сховища. Геометричні розміри майданчика мають бути достатніми для розміщення сховища заданого об'єму, передбаченого проектом сховища, об'єктів інфраструктури, а також дозволяти встановлювати санітарно-захисну зону необхідних розмірів. Перевага надається майданчику з простою геологічною будовою, представленою блоком відносно однорідних за складом порід, характеристики яких можуть бути легко досліджені, а поведінка може прогнозуватися за допомогою простих моделей.

Геологічні характеристики мають бути такими, щоб сприяти утримуванню та (або) ізоляції відходів і обмеженню витоку радіонуклідів у доступне середовище протягом проміжку часу відповідно до концепції проекту сховища. Для цього у НА визначено необхідність:

розміщення сховища в геологічно стабільному регіоні з мінімальною тектонічною (неотектонічною), вулканічною та сейсмічною активністю для виключення ризику порушення ізолюючої здатності системи захоронення; характеристики вмщувачих сховище порід мають мінімальну піддаватися зовнішнім впливам (міжльодовикові й льодовикові цикли; зміни рівня моря, напрямків руху підземних і приповерхневих вод, процесів ерозії та/або седиментації тощо) та внутрішнім геодинамічним явищам (неотектоніка, сейсміка, вулканізм, діпіризм та ін.), щоб не погіршувати ізолювальну здатність системи захоронення на весь період потенційної небезпеки РАВ;

розміщення майданчика сховища на достатній відстані від шляхів можливої прискореної міграції радіонуклідів (розломи, зони тріщинуватості тощо);

максимального збереження механічних властивостей вмщувальних порід в процесі будівництва, експлуатації та закриття сховища;

стійкості вмщувальних порід до можливого теплового та радіаційного впливу РАВ.

Гідрогеологічні та гідрологічні умови майданчика мають перешкоджати потраплянню води до сховища, обмежувати потік підземних вод через сховище та сприяти обмеженню виходу радіонуклідів до доступного середовища через гідрогеологічну систему протягом терміну потенційної небезпеки захоронених у сховищі РАВ за рахунок:

розміщення сховища в межах вододільних територій, у зонах уповільненого водообміну, поза зоною активного водообміну;

низької швидкості руху підземних вод та значної довжини шляхів руху до місць розвантаження;

малих гідравлічних градієнтів та низької проникності порід.

Для розміщення приповерхневого сховища перевагу слід надавати майданчикам у межах позитивних елементів рельєфу, що характеризуються низьким рівнем ґрунтових вод, на ґрунтах з низькою проникністю. Для розміщення геологічного сховища сприятливі відсутність або мінімальна кількість водоносних горизонтів вище проектною глибини сховища та наявність надійних водотривів.

Геохімічні властивості порід майданчика мають забезпечити систему геохімічних бар'єрів на шляху руху радіонуклідів із сховища, що сприяє обмеженню міграції радіонуклідів у доступне середовище. Крім того, хімічні умови оточуючого середовища не повинні негативно впливати на довговічність інженерних бар'єрів сховища та упаковок РАВ. Перевагу слід надавати майданчикам, геохімічні умови яких сприяють сорбції й осадженню радіонуклідів, що потенційно можуть мігрувати із системи захоронення.

Поверхневі процеси на майданчику сховища (ерозія, затоплення, паводки, зсуви, карст тощо) не повинні відбуватися з такими інтенсивністю та частотою, які б впливали на здатність системи захоронення виконувати передбачені функції безпеки протягом визначеного проектом часу, або перешкоджати проведенню надійного моделювання довготривалих впливів системи захоронення РАВ. Характеристики майданчика поверхневого (приповерхневого) сховища не повинні призводити до накопичення води, мають виключати можливість затоплення або підтоплення внаслідок атмосферних опадів, сніготанення, аварій на гідротехнічних спорудах тощо. Поверхневі процеси на майданчику геологічного сховища не повинні відбуватися з такими інтенсивністю та частотою, які б порушували безпеку будівництва й експлуатації поверхневих споруд геологічного сховища.

Гідрометеорологічні умови (опади, вітри, смерчі тощо) мають оцінюватися з точки зору їхніх екстремальних впливів на інженерні бар'єри сховища. При виборі майданчика враховується можливість виникнення аномальних атмосферних явищ, які можуть негативно вплинути на безпеку системи захоронення. Визначено, що наслідки екстремальних метеорологічних подій на майданчику приповерхневого сховища не повинні призводити до порушення цілісності інженерних бар'єрів на етапах експлуатації, закриття та після закриття сховища протягом не менше ніж 300 років. Оцінюють також можливі зміни клімату та наслідки таких змін (зледеніння, зміни напрямків руху підземних вод, трансгресія моря тощо) для забезпечення довготривалої безпеки.

При виборі місця розташування сховища мають враховуватися **інтегральні антропогенний і техногенний впливи та соціально-економічні чинники**, а саме:

потенційні види діяльності теперішнього та майбутнього поколінь (для зниження ймовірності ненавмисного вторгнення у систему захоронення);

наявні соціально та культурно значущі й природоохоронні об'єкти, їхній перспективний розвиток, плани землекористування;

соціально-демографічні умови (густота населення, перспективи розвитку територій тощо);

загальний соціальний вплив від будівництва та експлуатації сховища (переваги порівняно з негативними наслідками);

ставлення громадськості до розміщення сховища.

Критерії виключення. НА встановлює заборону на розміщення сховищ на майданчиках, де очікувані дози опромінення та (або) ризики для критичної групи населення під час експлуатації, в період закриття та після закриття сховища перевищують визначені критерії безпеки. Виключається розміщення сховища на територіях, для яких багатобар'ерна система захисту може бути порушена в період існування сховища або еволюцію умов на яких неможливо спрогнозувати з достатнім ступенем вірогідності, а саме:

розташованих у межах активних тектонічних розломів та геодинамічних зон;

сейсмічність яких при максимальному розрахунковому землетрусі перевищує 8 балів за шкалою сейсмічної активності Медведєва—Шпонхойєра—Карника (MSK-64);

у місцях проявів поствулканічної геологічної активності та грязьового вулканізму;

при існуванні джерел підземних або мінеральних вод, що використовуються або можуть бути використані для водопостачання та можуть зазнати радіоактивного забруднення внаслідок існування сховища;

на територіях можливого виникнення катастрофічних паводків, повеней або затоплення внаслідок прориву гідротехнічних споруд водосховищ;

в інших випадках, коли це заборонено законодавством України.

Розміщення приповерхневого сховища також виключається на територіях, де розвиток сучасних активних карстових процесів може вплинути на стабільність вміщувальних порід; в місцях активних процесів деформації русел річок та в прибережних зонах, а також якщо поверхневі геодинамічні явища (зсуви, обвали, селеві потоки, інші несприятливі схилі процеси) можуть впливати на стабільність умов майданчика.

Наводиться також перелік несприятливих для розміщення сховища умов (наприклад, території, в межах яких наявні зони тектонічної тріщинуватості). Розміщення сховища на таких територіях допускається за умов, що вплив несприятливих чинників на безпеку системи захоронення в цілому компенсується відповідними інженерно-технічними рішеннями концепції проекту сховища.

Оцінювані при виборі майданчика фактори

НА встановлює перелік факторів (показників придатності), які мають аналізуватися при виборі майданчика з точки зору впливу на безпеку захоронення, зокрема:

наявність та характеристики природних процесів і подій, які складатимуть основу для розроблення проекту сховища (землетруси, активні розломи, геодинамічні зони, тектонічні порушення);

особливості майданчика, що визначають швидкість руху радіонуклідів у навколишньому середовищі (структура системи водоносних горизонтів, параметри та властивості водовміщувальних і водотривких порід, рівні залягання ґрунтових вод, водообмін у системі водоносних горизонтів, зон та слабопроникних шарів, фільтраційні та сорбційні характеристики порід);

поверхневі фактори, які можуть впливати на збереження функцій інженерних та природних бар'єрів;

виявлені на майданчику джерела зовнішніх впливів техногенного походження (вибухо-, хімічно-, пожежонебезпечні виробництва тощо).

Крім перелічених факторів, у НА встановлено вимогу необхідності аналізувати в процесі вибору майданчика метеорологічні фактори, до яких віднесено дані про погодні умови в районі розміщення майданчика, характеристики смерчів, параметри атмосферної дисперсії, характерні для району розміщення сховища, які можуть суттєво впливати як на інженерні бар'єри сховища, так і на швидкість перенесення забруднення в навколишньому середовищі.

Ступінь небезпеки природних і техногенних факторів визначається на підставі розрахункових значень їхньої

максимальної інтенсивності та частоти реалізації в заданому інтервалі часу і залежно від наслідків реалізації цих факторів (очікувані ризики для здоров'я людини в разі захоронення певних категорій РАВ при певній концепції захоронення). Частота події визначається на основі аналізу статистичних даних і відповідних розрахункових методик. Максимальні значення параметрів факторів природного й техногенного походження мають визначатися таким чином, щоб неперевикнення цих значень забезпечувалося з достатньою ймовірністю не менше за 0,95.

НА встановлює вимогу аналізувати всі фактори, повторюваність яких перевищує 10^{-5} на рік при виборі майданчика для розміщення приповерхневих сховищ, а для розміщення геологічних сховищ — 10^{-6} на рік. Події з меншою ймовірністю розглядають в разі, якщо внаслідок таких подій можливе перевищення установлених нормами радіаційної безпеки рівнів прийнятної ризику.

Стадійність процесу вибору майданчика та порядок застосування визначених критеріїв

НА встановлює, що кількість стадій, зміст і обсяг необхідних досліджень, а також графік виконання робіт визначає експлуатуюча сховище організація (оператор), яка несе відповідальність за безпеку сховища.

На кожній стадії, одночасно або паралельно, здійснюються ідентифікація територій з прийнятними природними умовами, їхнє порівняння за соціально-економічними критеріями, вибір кращих варіантів, забезпечення підтримки вибраного варіанта з боку населення. Конкретні критерії вибору, на основі яких вибиратимуться пріоритетні варіанти на кожній стадії, визначає оператор. Для цього оператор має визначити функції безпеки системи захоронення в цілому та її окремих компонентів, виходячи з чого ідентифікується перелік тих вимог або переваг, які застосовуватимуться на відповідній стадії процесу вибору. В результаті встановлюють якісні та кількісні критерії до певних показників придатності (характеристики або параметри майданчика) з урахуванням проекту сховища та категорій РАВ, що плануються для захоронення.

Важливою вимогою є необхідність виконання на кожній із стадій послідовних ітераційних оцінок безпеки з урахуванням специфічних особливостей майданчиків-кандидатів та доопрацюванням проекту сховища. Встановлюється також взаємозв'язок між окремими стадіями вибору майданчика, розробленням проекту сховища та одержанням ліцензій на відповідний етап життєвого циклу сховища. Так, згідно з вимогами НА, стадії розроблення концепції проекту сховища та регіонального обстеження виконуються до початку проектування сховища в рамках виконання передпроектних робіт, стадія характеризування майданчика — на етапі техніко-економічного обґрунтування сховища (ТЕО), стадія підтвердження — на етапі розроблення проекту сховища. Також чітко визначено, що остаточний вибір майданчика проводиться наприкінці стадії характеризування. За результатами цієї стадії, при належному обґрунтуванні безпеки проекту сховища, оператор одержує ліцензію на проектування.

Призначення стадії підтвердження вибору майданчика полягає в уточненні характеристик вибраного майданчика, збиранні додаткових даних, необхідних для розробки проекту сховища в прив'язці до конкретних умов його розміщення та оцінки безпеки системи захоронення.

На цій стадії проводять детальні інженерно-вишуквальні, польові й лабораторні дослідження майданчика та району його розташування для уточнення вихідних даних та моделей, що використовуватимуться для оцінки безпеки перед початком будівництва. Для майданчика розміщення геологічного сховища проводять також детальні геолого-розвідувальні роботи та, за потреби, створюють підземну експериментальну лабораторію для вивчення властивостей вміщувальних порід і проведення комплексних експериментальних досліджень технологій захоронення РАВ.

За результатами робіт цієї стадії проводяться детальні оцінки безпеки та впливу на навколишнє природне середовище, які мають продемонструвати, що характеристики майданчика забезпечують виконання функцій безпеки, визначених у проекті сховища, а система захоронення в цілому здатна гарантувати належний рівень радіаційного захисту. Обґрунтування безпеки проектних рішень сховища для вибраного майданчика включають у звіт з аналізу безпеки, який оператор надає до Держатомрегулювання для отримання ліцензії на будівництво сховища.

Дослідження майданчика можуть продовжуватися протягом будівництва, експлуатації та закриття сховища з метою уточнення характеристик майданчика, необхідних для проведення оцінки безпеки на відповідних етапах життєвого циклу сховища.

Висновки

Нормативний акт «Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів» розроблено з урахуванням сучасного міжнародного досвіду регулювання безпеки захоронення РАВ. При розробленні НА застосовано системний підхід, що базується на врахуванні принципів і критеріїв радіаційного захисту, забезпеченні багатобар'єрного захисту за рахунок множинності функцій безпеки окремих компонентів системи захоронення.

Основними кількісними критеріями оцінки придатності майданчика визначено критерії радіологічного захисту, відповідність яким має бути продемонстрована за результатами оцінки безпеки системи захоронення.

Встановлено критерії вибору майданчика приповерхневого та геологічного сховищ, в основному у вигляді якісних вимог до показників придатності майданчика, які можуть характеризуватися різними фізико-хімічними, механічними та іншими параметрами, а також визначено критерії виключення розміщення сховища на певних територіях.

Перелік характеристик майданчика, важливих для забезпечення безпеки, та діапазон параметрів конкретних характеристик визначається оператором сховища залежно від стадії вибору майданчика.

Відповідність встановленим у документі вимогам дозволить обґрунтовано приймати рішення про безпеку розміщення приповерхневого та геологічного сховищ на потенційних майданчиках, гарантуватиме, що вибраний майданчик для сховища здатний виконувати роль природного бар'єра протягом певного періоду часу залежно від концепції ізоляції РАВ, забезпечить додержання критеріїв безпеки при захороненні певних категорій та обсягів РАВ на конкретних майданчиках, а також зменшить ризики радіаційних навантажень на майбутні покоління внаслідок розміщення сховища.

Список літератури

1. The Principles of Radioactive Waste Management, SS № 111-F, IAEA, 1995.
2. Near Surface Disposal of Radioactive Waste, SS No. WS-R-1, IAEA, 1999.
3. Geological Disposal of Radioactive Waste, TRS, No.WS-R-4, IAEA, 2006.
4. Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности (НП-055-04). — М: Ростехнадзор, 2004.
5. Siting of Near Surface Disposal Facilities, SS, No.111-G-3.1, IAEA, 1994.
6. Siting of Geological Disposal Facilities. SS, No. 111-G-4.1, IAEA, 1994.
7. Disposal of radioactive Waste in deep Geological Formation, Basic Safety Regulations, Regulation No.III.2f, French Ministry for Industry and Research, 1991.
8. Code of Federal Regulations, Title 10, Part 61, «Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste», 1992, U.S. Government Printing Office.
9. Disposal Facilities on Land for Low and Intermediate Level Radioactive Waste: (Radioactive Substances Act 1993), HMSO, London, 1997.
10. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами», № 256/95-ВР.
11. Закон України «Про порядок прийняття рішень про розміщення, проектування, будівництво ядерних установок і об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, які мають загальнодержавне призначення», № 3861-4-ВР.
12. НРБУ-97/Д-2000. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення.
13. Захоронення радіоактивних відходів у приповерхневих сховищах. Загальні вимоги радіаційної безпеки (НД 306.604.95).
14. Загальні положення забезпечення безпеки захоронення радіоактивних відходів у геологічних сховищах (НП 306.4.133-2007).
15. Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication No.77, ICRP, 1998.
16. Radiological Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, Publication No. 81, ICRP, 1998.

Надійшла до редакції 17.07.2009.