

**Шибецький Ю.О.**

*Науково-інженерний центр радіогідроекологічних полігонних досліджень НАН України*

## **МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ МАЙДАНЧИКА ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ГЕОЛОГІЧНОГО ЗАХОРОНЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ**

*Визначено і обґрунтовано методологічні засади розробки програми комплексних досліджень для можливості створення геологічного сховища радіоактивних відходів. Вони базуються на: 1) граничних умовах (законодавчі і нормативні вимоги; стан вирішення проблеми в Україні; зв'язок дослідження майданчиків із діяльністю щодо проектування і обґрунтування безпеки сховища), 2) низці припущень щодо концепції сховища та вміщуючої формації); 3) методології визначення переліку характеристик майданчика, які необхідно дослідити для обґрунтування безпеки геологічного сховища.*

### **Вступ**

Проблема безпечної ізоляції радіоактивних відходів є вкрай актуальною для України, що пов'язано як з наслідками Чорнобильської катастрофи, так із подальшим розвитком ядерної енергетики. А це означає, що обсяги небезпечних відходів будуть зростати і виникає нагальна потреба у їх захороненні з найменшим ступенем небезпеки для навколишнього середовища.

В цій статті визначаються і обґрунтовуються загальні методологічні засади розробки програми комплексних досліджень для обґрунтування можливості створення геологічного сховища радіоактивних відходів (далі — Програми). Вони базуються на попередньому визначенні граничних умов, важливих для такої розробки, до яких відносяться: технічне завдання на виконання цієї роботи; ряд законодавчих і нормативних вимог; стан вирішення проблеми геологічного захоронення радіоактивних відходів (РАВ) в Україні; зв'язок досліджень потенційно придатних майданчиків із діяльністю щодо проектування і обґрунтування безпеки сховища. Крім того слід враховувати ряд припущень, які компенсують недостатність необхідних вихідних даних тощо. До загальної методології необхідно включити перелік характеристик майданчика, на основі яких обґрунтовується і оцінюється безпека геологічного сховища РАВ.

За умовами технічного завдання на виконання цієї роботи передбачалося, що Програма має розроблюватися для майданчика, складеного кристалічними породами, а також може бути спрямованою на отримання інформації, необхідної для обґрунтування придатності даного майданчика для будівництва геологічного сховища (далі — ГС) для захоронення РАВ. У свою чергу, це означає необхідність вивчення тих характеристик геологічного середовища, які дозволять провести аналіз безпеки геологічного сховища. Бо саме, результати виконання аналізу безпеки геологічного сховища РАВ стануть основою для прийняття рішень щодо вибору майданчика для його розміщення і початку проектування сховища.

Передбачалося також, що результати виконання НДР будуть використовуватися для організації робіт в рамках виконання заходів розділу 11 Загальнодержавної цільової екологічної програми поводження з радіоактивними відходами [1], в частині:

- проведення комплексу пошукових робіт на перспективних територіях, який включає, зокрема, наземні дистанційні, геологічні, геофізичні та індикаторні дослідження, буріння картувальних свердловин і свердловин для проведення комплексних досліджень;
- проведення розвідувальних робіт на трьох майданчиках, у тому числі наземних детальних, геологічних, геофізичних і індикаторних досліджень, буріння глибоких свердловин із застосуванням комплексу каротажних методів і комплексу методів дослідження керну.

Загалом, положення ряду законодавчих і нормативних документів України, що визначають загальні вимоги щодо виконання комплексу досліджень на стадії «характеризування майданчика», яка є складовою етапу життєвого циклу геологічного сховища — «вибір майданчика», відповідають вимогам та рекомендаціям МАГАТЕ, і забезпечують достатню нормативну базу для розробки Проекту програми.

### **Методологічні засади та їх обговорення**

#### *Граничні умови розробки Програми*

З урахуванням [1], Програма має охоплювати «пошукову» і «розвідувальну» стадії вибору майданчика. За своїм змістом ці стадії відповідають стадіям «регіонального обстеження» і «характеризування» майданчика, як це визначено в [2].

Відповідно до [3], роботи із комплексних досліджень майданчиків для розміщення сховища виконуються з урахуванням результатів розробки його концепції. Розробка ж концепції ГС виконується на основі аналізу наявних даних і передбачає:

- виконання оцінки типів, категорій та проектних обсягів РАВ, які передбачено захоронити у сховищі;
- розробку загальної концепції проекту сховища: визначають тип сховища, систему інженерних бар'єрів, функції безпеки бар'єрів (природних та інженерних) та їх відносний внесок у забезпечення безпеки, а також попередні критерії приймання відходів;
- визначення потенційного типу геологічних формацій, а також — територій потенційно придатних для розміщення ГС.

Відсутність в Україні затвердженої концепції ГС, особливо в частині вибору типу формації для розміщення сховища, обумовлює великий ступінь невизначеності для коректної розробки Програми в плані вибору адекватних методів дослідження майданчика.

Відзначимо також, що нормативні вимоги щодо проектування ГС і підготовки звітів з аналізу його безпеки розроблені не настільки детально як вимоги до процесу вибору майданчика. Зокрема, це стосується чіткого визначення послідовності виконання та інформаційних зв'язків зазначених видів діяльності.

Вимоги до орієнтовної формальної структури Програми і формального змісту її розділів визначаються законами України [1, 4].

Відповідно до [5], в Україні НДР з проблеми захоронення високоактивних і довгоіснуючих РАВ (ВАВ і ДРВ) у геологічному сховищі проводяться з 1993 р. З 1996 р. НДР виконувались в рамках затвердженої Кабінетом Міністрів України Державної програми поводження з радіоактивними відходами, а згодом — Комплексної програми поводження з радіоактивними відходами. Нині ці роботи виконуються відповідно до Загальнодержавної цільової екологічної програми поводження з радіоактивними відходами [1].

З 1996 по 2003 рр. проводився скринінг території України з метою оцінки геологічних формацій, що є потенційно придатними для розміщення ГС; виконано попереднє структурне геодинамічне та гідрогеологічне вивчення території Зони відчуження та Коростенського плутону з метою виявлення перспективних ділянок. Протягом 2000–2006 років виконувались роботи з комплексного геофізичного, геологічного, гідрогеологічного, геодинамічного вивчення перспективних ділянок (Вереснянської і Товстолісової).

Розпочато і продовжуються передпроектні дослідження з розробки концепції конструкції ГС і технологій ізоляції РАВ.

Результати виконання цього комплексу робіт показали високі перспективи придатності кристалічних порід ЗВ і ЗБ(О)В і прилеглих до неї територій для будівництва ГС. Більш детальна інформація наводиться в [5].

Роботи із дослідження майданчика для розміщення ГС, його проектування і оцінка безпеки тісно пов'язані. Далі наводиться описання інформаційних зв'язків між зазначеними видами діяльності відповідно до [6].

Виконання робіт із *дослідження майданчика* планується таким чином, щоб забезпечити постійне поповнення знань щодо характеристик глибинної будови майданчика. Основним результатом дослідження має стати створення низки геологічних моделей

майданчика. Результати дослідження мають забезпечити можливість проводити порівняння характеристик потенційних майданчиків.

В процесі *проектування сховища* використовуються геологічні моделі майданчика для того, щоб пристосувати концептуальний проект сховища до місцевих умов майданчика, а також для оцінки впливу сховища на довкілля при його спорудженні.

*Оцінки довготривалої безпеки* сховища базуються на геологічних моделях майданчика і особливостях конструкції сховища. Обсяг інформації щодо характеристик майданчика і проекту сховища поступово зростає від стадії до стадії досліджень, тому і оцінки безпеки мають повторюватися з урахуванням нових даних. Результати оцінок безпеки використовуються для планування робіт з подальшого вивчення майданчика і уточнення проекту сховища. Таким чином, перераховані вище види діяльності (дослідження майданчика, розробка проекту сховища і аналіз його безпеки) взаємопов'язані інформаційними потоками і мають проводитися в постійній координації.

Основним продуктом дослідження майданчика є його *описання*. В документах, що містять описання майданчика, наводяться зібрані дані і результати їх інтерпретації, які мають важливе значення для загального наукового обґрунтування вибору майданчика, а також для аналізу і оцінки безпеки проекту сховища, адаптованого до місцевих умов. Аналіз і оцінки безпеки геологічного сховища націлені на доказ довготривалої надійності бар'єрів сховища і його загальної радіологічної безпеки. Інформація про параметри майданчика накопичується в базах даних. Описання майданчика має бути інтегрованим, тобто містити відомості про його геологічну будову, характеристики поверхневих екосистем і регіональне оточення. В описанні майданчика фіксуються поточний стан геологічного середовища і біосфери, а також прояви природних процесів, які в протікають зараз, або є вірогідними для періоду часу доки зберігається потенційна небезпека від захоронених відходів.

Головним продуктом процесу проектування сховища є *описання його проекту (будови)*. Описання проекту сховища включає схеми його наземної і підземної частин, опис вибраних технологій спорудження сховища і технологій розміщення відходів. В описанні наводяться оцінки технічних ризиків, що пов'язані із впливом невизначеностей на результати оцінки впливу сховища на довкілля під час його спорудження.

Основним продуктом оцінок безпеки геологічного сховища є *звіт з аналізу безпеки*, де наведено результати аналізу того, чи забезпечується довготривала радіологічна безпека сховища для конкретних досліджених умов майданчика і запропонованого проекту сховища. Оцінки безпеки включають: аналіз механічних, гідравлічних, теплових і геохімічних процесів, що відбуваються в ближній і дальній зонах системи захоронення, а також результати розрахунків транспорту радіонуклідів з урахуванням особливостей перебігу зазначених процесів. Детальність і надійність результатів оцінок безпеки зростають залежно від рівня детальності вивчення майданчика, а також глибини розробки проекту сховища. Отже, аналіз безпеки сховища проводиться ітераційно на кожній із стадій дослідження майданчика. Важливим результатом аналізу безпеки сховища (зворотнім зв'язком з іншими видами діяльності) є вимоги щодо поглибленого вивчення тих, чи інших параметрів майданчика, та/або щодо модифікації проекту сховища.

Прямі і зворотні інформаційні зв'язки між пов'язаними видами діяльності наведено на рис. 1.



**Рис. 1.** Прямі (суцільні) і зворотні (пунктирні лінії) інформаційні зв'язки між роботами з дослідження майданчика, проектування і аналізу безпеки геологічного сховища [6].

Основними припущеннями, що визначають характеристики майданчика, які впливають на безпеку ГС, а отже – і методи їх дослідження, є такі:

- вміщуючою формацією для геологічного сховища будуть кристалічні породи східного схилу Українського щита;
- майданчик розташовуватиметься в межах ЗВ і ЗБ(О)В або на прилеглих до неї територіях;
- в геологічному сховищі розміщуватимуться тепловиділяючі відходи (відпрацьоване ядерне паливо і оскловані високоактивні відходи);
- темпи розвитку ядерної енергетики в Україні відповідатимуть «Енергетичній стратегії України на період до 2030 р.» [7].

*Загальна методологія визначення переліку характеристик майданчика, які необхідно дослідити*

У загальному випадку, оптимальний перелік параметрів майданчика, що характеризують його геологічне середовище, поверхневі екосистеми і мають бути вивченими для обґрунтування безпеки геологічного сховища (системи геологічного захоронення РАВ), можуть бути визначені на основі аналізу існуючих баз даних по властивостям, процесам і подіям (ВПП), які відбуваються в компонентах системи геологічного захоронення відходів і впливають на його безпеку.

Ряд списків ВПП, що розроблювалися різні роки в рамках національних програм зі створення геологічних сховищ, узагальнено в роботі [8]. На основі узагальнення — створено міжнародну базу даних по ВПП. Загалом, ця база даних є універсальною, оскільки вона може застосовуватися для ідентифікації ВПП, що характеризують різні вміщуючі геологічні формації (кристалічні, глинисті, соленосні), різні типи конструкції сховищ, що призначені для захоронення різних (за активністю і радіонуклідним складом) типів РАВ. Структура організації міжнародної бази даних показана на рис. 2. База даних включає 3 групи ВПП. Ієрархічна структура кожної з груп деталізована до третього-четвертого рівня (на рис.2 показано лише перший рівень деталізації).

Важливим аспектом цієї бази даних є те, що вона включає нульову групу ВПП — «Контекст оцінки», де міститься перелік можливих кінцевих цілей виконання аналізу безпеки (оцінка доз; оцінка ризиків; оцінка концентрації радіонуклідів в біосфері, тощо). Саме попередньо вибрана кінцева мета і є визначальною для складу ВПП, що можуть сприяти її досягненню.



**Рис. 2.** Організаційна структура міжнародної бази даних властивостей, подій і процесів, що дозволяють оцінити безпеку систем геологічної ізоляції РАВ [8].

Недоліком міжнародної бази даних по ВПП є саме її універсальність. Універсальність створює певні труднощі у виборі адекватного списку ВПП для конкретної концепції конструкції сховища і конкретного майданчика з його характерними властивостями. Передбачається експертний (тобто суб'єктивний) метод вирішення цієї проблеми. Особливі труднощі виникають, коли вибір ВПП здійснюється вперше в умовах високої невизначеності вихідних даних (наприклад, як в Україні).

Принагідно підкреслимо, що залежно від вибору концепції конструкції ГС, типу формації і району його розташування, зміниться і перелік ВПП важливих для оцінки безпеки, а отже — і перелік характеристик майданчика, які необхідно дослідити.

На наш погляд, оптимальним варіантом для України є використання розробок шведських дослідників, що стосуються підходу до розробки програми досліджень майданчиків в докембрійських кристалічних формаціях для розміщення геологічного сховища РАВ [6, 9]. Зазначений підхід передбачає встановлення переліку ВПП, який базуються на узгодженій системі визначень ключових термінів (табл. 1), що використовуються для описання методології вибору майданчика [10], і методології виконання аналізу безпеки [11]. На рис. 3 показана послідовність виконання аналізу безпеки. Тут чітко визначено: вихідні дані, на основі яких визначається список ВПП; місце дослідження ВПП в загальній схемі аналізу безпеки; яким чином коригується список ВПП і чому процес обґрунтування безпеки має бути ітеративним.

Попередньо різні аспекти застосування вище означених підходів для умов України розглядалися в [5, 12, 13]. Ці підходи знайшли застосування в кількох нормативно-правових актах [2, 3].

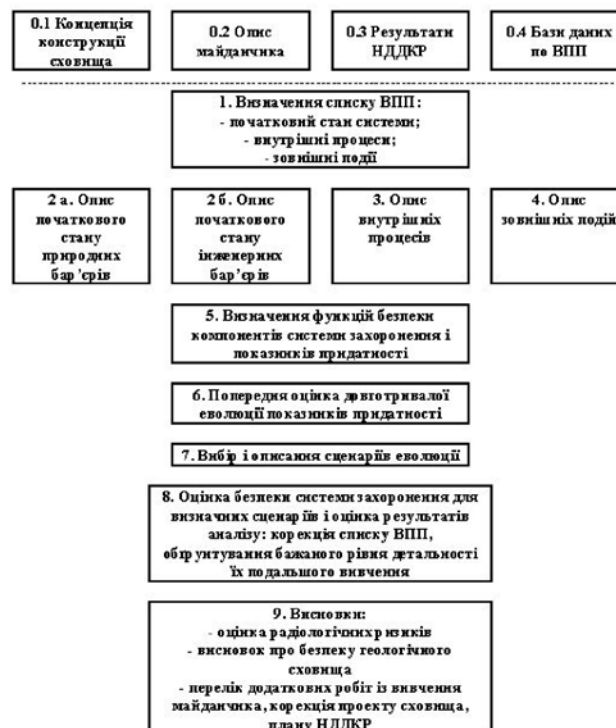
Впевненість у всебічності аналізу безпеки, а також і оптимізація витрат на дослідження майданчика, забезпечуються встановленням відповідних показників придатності (геологічної придатності) на основі визначення функцій безпеки інженерних і природних компонентів системи захоронення. Так, у загальному випадку, функціями безпеки багатобар'єрної системи геологічного захоронення РАВ є: 1) повна герметизація радіонуклідів в контейнері протягом визначеного періоду часу; 2) захист РАВ від зовнішніх впливів за рахунок їх фізичного відділення від біосфери; 3) обмеження виходу радіонуклідів за межі інженерних бар'єрів сховища, після втрати контейнером герметичності. Відповідно, показник придатності (геологічної придатності) — це характеристика компонента багатобар'єрної системи, яка впливає на виконання функції безпеки бар'єрів системи захоронення.

**Таблиця 1.** Визначення основних термінів, на яких ґрунтується методологія визначення переліку характеристик майданчика, які необхідно дослідити на певній стадії його вибору ([6, 10] — зі змінами).

Термін	Визначення
Потенційно-придатний район	Територія (площею до кількох сотень км <sup>2</sup> ), яка після завершення стадії регіонального обстеження визначена придатною для подальшого вивчення на стадії характеризування майданчика
Майданчик	Частина потенційно-придатного району, яка вивчена більш детально на стадії характеризування майданчика і є достатньо великою (площею 5-10 км <sup>2</sup> ) для розміщення наземної і підземної інфраструктури геологічного сховища разом із його санітарно-захисною зоною
Дослідження майданчика	Комплексні дослідження майданчика за допомогою аеро-, наземних і підземних методів (буріння свердловин на глибини, що в 1.5-2 рази перевищують глибину розташування сховища), а також аналіз, інтерпретація і оцінка отриманих даних
Дослідження	Поверхневі і бурові дослідження, необхідні для описання умов майданчика і його регіонального оточення

Проектування	Узагальнюючий термін для діяльності, яка спрямована на збір і аналіз технічної інформації, що трансформується згодом в технічні специфікації сховища і системи його інженерних бар'єрів, плани, компоновочні схеми, будівельну документацію
Оцінка безпеки	Оцінка довготривалої радіаційної безпеки
Оцінка майданчика	Усестороння оцінка придатності майданчика для розміщення геологічного сховища.
Функція безпеки	Конкретна мета, з якою створюється система бар'єрів для забезпечення цілей безпеки при захороненні РАВ
Параметр (характеристика)	Фізична або хімічна чисельна величина, що визначає властивість, умову або стан порід
Вимога (стосовно гірничого масиву)	Умова, виконання якої є необхідним, незалежно від стадії вибору майданчика. Усі вимоги мають бути виконаними
Перевага (стосовно гірничого масиву)	Умова, виконання якої є бажаним, незалежно від стадії вибору майданчика. Виконання усіх переваг не є обов'язковим
Показник геологічної придатності	Параметр (характеристика) гірничого масиву майданчика або вміщуючого геологічного середовища, який може бути вимірним безпосередньо або обчисленим і, на поточній стадії вибору майданчика, може застосовуватися для доказу того, що вимога або перевага виконуються
Критерій оцінки майданчика	Значення показника геологічної придатності, яке на поточній стадії вибору майданчика свідчить про виконання попередньо встановленої вимоги або переваги

Отже, показником придатності має бути така характеристика, яку можна виміряти або обчислити (наприклад: температура і петрофізичні характеристики вміщуючих порід, Eh і рН підземних вод, порід, тощо). Слід наголосити, що визначення як функцій безпеки інженерних і природних компонентів системи захоронення, так і показників придатності суттєвим чином залежатимуть від вибору типу формації для розміщення сховища і концепції його конструкції.



**Рис. 3.** Схема ітеративного виконання аналізу безпеки системи геологічного захоронення РАВ (за даними [11]). НДДКР — комплекс науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

Таким чином, аналіз наведеної інформації дозволяє сказати наступне.

Програма дослідження геологічного середовища і поверхневих екосистем майданчика для розміщення системи геологічного захоронення РАВ має бути спрямованою на вивчення показників придатності (геологічної придатності). Такий підхід дозволить досягти кінцевої мети дослідження майданчика (обґрунтування безпеки геологічного сховища) з оптимальними витратами. Основою для встановлення показників придатності є визначення, вивчення і описання властивостей (умов), процесів і подій, що всебічно характеризують багатобар'єрну систему геологічного захоронення РАВ і можуть впливати на її безпеку.

Визначення списку ВПП має спиратися на певні вихідні дані: контекст (кінцеву мету) майбутнього аналізу безпеки, концепцію конструкції сховища, характеристики можливого майданчика для розміщення сховища і бази даних по ВПП. Вивчення ВПП геологічного середовища має ґрунтуватися на відповідному комплексі польових, аналітичних і експериментальних досліджень, зміст яких визначається відповідно до визначеного списку ВПП. Процес дослідження ВПП має бути ітеративним — вимоги до корекції списку, поглибленого вивчення або проведення додаткових досліджень ВПП визначаються за результатами аналізу безпеки геологічного сховища. Відповідні корективи мають відобразитися в програмі досліджень майданчиків для наступної стадії процесу вибору майданчика.

### **Структура і зміст Програми**

З урахуванням вимог [4], до Програми включено наступні розділи: 1) паспорт програми; 2) мета програми; 3) обґрунтування шляхів і засобів розв'язання проблеми; 4) напрямки і методи досліджень; 5) очікувані результати.

Додатково, Програма містить розділ присвячений забезпеченню якості запланованих видів діяльності.

В *паспорті програми* подано стислий виклад основних даних, що характеризують програму, а саме: назва, рішення про розроблення, відомості про державного замовника та відповідальних виконавців програми, строк виконання, обсяги та джерела фінансування.

Розділ *мета програми* містить визначення мети діяльності за програмою, посилання на відповідні законодавчі і нормативні документи, стадійність робіт, мету кожної зі стадій.

В розділі *обґрунтування шляхів і засобів розв'язання проблеми* наводяться зазначені обґрунтування з посиланнями на світовий і національний досвід, а також посилання на законодавчі і нормативні документи, де визначено необхідність фінансування діяльності за рахунок коштів Державного бюджету України.

В розділі *напрямки і методи досліджень* визначено напрямки і методи досліджень з визначенням виконавців, строків виконання (в цілому і поетапно), обсягів фінансування (з розбивкою за роками) за кожним з напрямків і методів досліджень. Зокрема, «Програма комплексних досліджень щодо обґрунтування можливості створення геологічного сховища РАВ» охоплює і деталізує напрямки досліджень за дисциплінами (з розбивкою на стадії):

- поверхневі екосистеми;
- геологія;
- гідрогеологія і гідрогеохімія;
- гірнична механіка;
- термічні властивості гірничого масиву;
- транспортні властивості порід.

З означеного вище переліку напрямків дослідження домінуючу роль в польових роботах займають роботи за першими п'яти напрямками. Основні термічні параметри масиву визначаються під час проведення польових досліджень за напрямком «геологія». Параметри, що описують транспортні властивості порід, визначаються, головним чином, при виконанні польових досліджень за напрямками «гідрогеологія» і «гідрогеохімія». Геофізичні польові дослідження не є окремою дисципліною, однак надають дуже важливу

інформацію для інших дисциплін. Тому програма геофізичних досліджень включено до програми робіт за дисципліною «геологія».

### **Висновки**

Результатом робіт стала розробка Програми дослідження геологічного середовища і поверхневих екосистем майданчика для розміщення системи геологічного захоронення РАВ.

Згідно із застосованою методологією розробки, програма орієнтована на вивчення показників придатності (геологічної придатності) майданчика. Цей підхід дозволяє досягти кінцевої мети дослідження майданчика (обґрунтування безпеки геологічного сховища) з оптимальними витратами.

Основою для встановлення показників придатності є визначення, вивчення і описання властивостей (умов), процесів і подій, що всебічно характеризують багатобар'єрну систему геологічного захоронення РАВ і можуть впливати на її безпеку.

Процес дослідження властивостей, процесів і подій є ітеративним — вимоги до корекції списку, поглибленого вивчення або проведення додаткових досліджень визначаються за результатами аналізу безпеки геологічного сховища. Відповідні корективи будуть відображатися в програмі досліджень майданчика для наступної стадії процесу його вибору.

Роботу виконано в рамках договору на виконання науково-дослідної роботи (НДР) між Міністерством України з надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи і Науково-інженерним центром радіогідроекологічних полігонних досліджень НАН України (ДР 0108U009092, 2008 рік).

1. Закон України «Про Загальнодержавну цільову екологічну програму поводження з радіоактивними відходами» № 516-VI від 17.09.2008.
2. Загальні положення забезпечення безпеки захоронення радіоактивних відходів у геологічних сховищах, Наказ Державного комітету ядерного регулювання України № 81 від 29.05.2007.
3. Алексеева З.М., Бурзак Н.А., Василенко Т.М., та ін. Вимоги до вибору майданчика для розміщення сховища для захоронення радіоактивних відходів // Київ, Державний комітет ядерного регулювання України, 2008, — 32 С.
4. Закон України «Про державні цільові програми», №1621-IV від 18.03.2004
5. Изоляция радиоактивных отходов в недрах Украины / Монография под ред. В.М.Шестопалова. — Киев: НАН Украины, НИЦ РПИ, 2006. — 398 с
6. SKB Technical Report TR-00-20: Geoscientific programme for investigation and evaluation of sites for the deep repository. — Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, Stockholm, Sweden, 2000.
7. «Енергетична стратегія України на період до 2030 року», розпорядження КМУ №145 від 15.03.2006.
8. Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste.— NEA/OECD, Paris, 2000.
9. SKB Technical Report TR 01-29: Site investigations. Investigation methods and general execution programme - Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, Stockholm, Sweden, 2001.
10. SKB Technical Report TR 00-12: J. Andersson et al. What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. — Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, Stockholm, Sweden, 2000.
11. SKB Technical Report TR 04-11: Interim main Report for the Safety Assessment SR-Can. - Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co, Stockholm, Sweden, 2004.
12. Шестопалов В.М., Шибецкий Ю.А. Требования к площадке и критерии выбора площадки для размещения геологического хранилища радиоактивных отходов // Международная конференция «Двадцать лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее», Киев, Украина, 24-26 апр. 2006 г.: Сб.докл.-К.: «ХОЛ-ТЕХ», 2006. — с.518 - 523
13. В.М.Шестопалов, Ю.О.Шибецкий. Методологія дослідження ізолюючих властивостей гранітоїдів Українського щита при захороненні радіоактивних відходів // Міжнародна конференція «Еволюція докембрійських гранітоїдів і пов'язаних з ними корисних копалин у зв'язку з енергетикою землі і етапами її тектономагматичної активізації», Київ, 4-6 березня 2008: Зб.наук.праць. — К.:УкрДГРІ, 2008. — с.201-207.

### **Шибецкий Ю.А. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

*Определены и обоснованы методологические подходы разработки программы комплексных исследований для возможности создания геологического хранилища радиоактивных отходов. Они базируются на: 1) граничных условиях (законодательные и нормативные требования; состояние решения проблемы в Украине; связи исследований площадки с работами по проектированию и обоснованию безопасности хранилища), 2) ряде допущений о концепции*



хранилища и вмещающей формации; 3) методологии определения перечня характеристик площадки, которые необходимо исследовать для обоснования безопасности геологического хранилища.

**Shybetskyi Iurii. METHODOLOGY OF THE SITE INVESTIGATION PROGRAM FOR SAFETY CASE DEVELOPMENT AT GEOLOGICAL DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE**

*A methodological approach for development of the comprehensive site investigation program for safety case development at the geological disposal of radioactive waste was defined and justified. They are founded on: 1) boundary conditions (legislative and normative requirements, analysis of state of the art with geological disposal in Ukraine; interconnection of siting, designing and safety assessments); 2) several assumptions about concept of repository and type of host rock; 3) methodology of the definition of site characteristics, which are important for safety case development.*