

ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 502.175:[556.3:550.424]:628.4.047(477-25)

О. Щербак, канд. геол. наук, мол. наук. співроб.
E-mail: scherbak_olesia@ukr.net;Т. Кошлякова, канд. геол. наук, наук. співроб.
E-mail: geol@bigmir.net;В. Долін (мол.), інж. I кат.
E-mail: vdolin@i.com.ua;І. Руденко, мол. наук. співроб.
E-mail: irina_mihalovna@ukr.net
ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України"
просп. Академіка Палладіна, 34а, м. Київ, 03680, УкраїнаЯ. Куцка, асп.
E-mail: yanusik1965@gmail.com
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська 90, м. Київ, 03022 УкраїнаОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
В ЗОНІ ВПЛИВУ КИЇВСЬКОГО СХОВИЩА РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. Коржневим М.М.)

Розглянуто сучасний стан системи радіогідрогеологічного моніторингу в зоні впливу Київського приповерхневого сховища радіоактивних відходів зі застосуванням гідрогеологічних, статистичних та геоінформаційних методів дослідження. За даними моніторингових спостережень (1992–2013 рр.) проаналізовано просторово-часову динаміку гідродинамічного режиму верхньочетвертинного-верхньоеоценового водоносного комплексу. Оцінено гідрогеофільтраційну досконалість спостережних свердловин за двома параметрами, а саме: досконалість розкриття фільтровою частиною ґрунтового водоносного горизонту (положення фільтру відносно рівня ґрунтових вод і літологія порід у фільтровій зоні) та величина водопровідності. Встановлено наявність тенденції до зниження рівня та зміни просторової конфігурації гідроізогіпс. Основна більшість спостережних свердловин є гідрогеофільтраційно недосконалими внаслідок штучної механічної колюмтації фільтрової зони та конструкційних особливостей. Дані спостережень є малоінформативними та не відображають реального впливу сховища на навколишнє середовище.

На основі отриманих результатів зроблено висновок щодо необхідності оновлення та розширення існуючої системи моніторингу. Удосконалення системи моніторингу повинно виконуватись з врахуванням еволюції контурів тритієвого забруднення ґрунтових вод.

Ключові слова: моніторинг, підземні води, рівень ґрунтових вод, забруднення, радіоактивні відходи, тритій.

Вступ. Існуючим джерелом радіаційного забруднення навколишнього середовища в районі міста Києва є пункт захоронення радіоактивних відходів ДСП КДМСК УДО "Радон" на південній околиці міста (с. Пирогів). Сховище було споруджено у 1962 році для приймання радіоактивних відходів (РАВ) від організацій та підприємств з шести адміністративних областей та міста Києва.

Тверді радіоактивні відходи (ТРВ), що надходили на захоронення зберігались у сховищах заглибленого типу – прямокутні резервуари зі стінами і днищем з монолітного залізобетону. Серед накопичених відходів основну частку (≈85 % від загальної активності РАВ, станом на 01.01.2006 р.) складає тритій.

Проектний термін експлуатації сховищ Київського ДМСК УкрДО "РАДОН" становить 30 років і закінчився у 1992 році. Проте об'єкт продовжував функціонувати, що призвело до часткової розгерметизації сховищ, надходження атмосферних опадів до тіла захоронення та утворення гідрогеофільтраційного потоку води, забрудненої тритієм. Адже тритій, як ізотоп водню, здатний до інтенсивної водної міграції [8].

При проведенні радіогідрогеологічного моніторингу фахівцями Київського ДМСК УкрДО "РАДОН" в 1993 році було виявлено підвищені рівні вмісту тритію у підземних водах під сховищами ТРВ до $n \times 10^5$ Бк $\times$ дм $^{-3}$, які в подальшому зростали до $n \times 10^7$ Бк $\times$ дм $^{-3}$ (у 2003 р.), що в 1000 разів перевищує рівень діючого в Україні нормативу $ДК_{\text{Б}}^{\text{ingest}}$ (30000 Бк $\times$ дм $^{-3}$ [5]). Таким чином, з 1992 р. сховище функціонує в умовах радіаційної аварії. Після проведення відпompовування тритієвої води з аварійних сховищ (2008-2012 рр.), планові розміри площі аномалії забруднення підземних вод у контурі 30000 Бк $\times$ дм $^{-3}$ істотно зменшилися. Процес формування поля тритієвого забруднення четвертинного водоносного горизонту (ВГ) увійшов у рівноважну стадію [2].

Для визначення ступеня радіоекологічного впливу ДСП КДМСК УДО "Радон" на навколишнє середовище та запобігання подальшого загострення ситуації, першочерговим завданням є проведення науково обґрунтованого моніторингу за компонентами довкілля, які виступають природними бар'єрами на шляху міграції радіонуклідів: ґрунти, породи зони аерації, підземні води.

У даній статті авторами розглянуто сучасні проблеми моніторингових спостережень за станом підземних вод в зоні впливу сховищ Київського ДМСК УкрДО "РАДОН". Охарактеризовано склад та режим функціонування існуючої спостережної мережі зі застосуванням гідрогеологічних, статистичних та геоінформаційних методів дослідження.

Геолого-гідрогеологічні умови ділянки досліджень. В геоморфологічному відношенні територія пункту захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) та його санітарно-захисна зона розташовані на ерозійно-аккумулятивній рівнині (правобережжя р. Дніпро) з абсолютними відмітками території 100-150 м. Зменшення абсолютних відміток відбувається в північному напрямі, до долини струмка Віта, що протікає по днищу яру у 100 м північніше ПЗРВ.

Струмок Віта (абс. відм. 99-110 м) – ліва притока річки Віта, правої притоки р. Дніпро. Відстань від майданчика ПЗРВ до долини р. Дніпро з абсолютними відмітками 93-95 м приблизно 1,6 км на схід.

У геоструктурному відношенні район розміщення Київського ДМСК УкрДО "РАДОН" відноситься до північно-східного схилу Українського кристалічного щита. У будові осадового чохла беруть участь відклади четвертинної системи: алювіальні голоцену (аН), елювіальні, еолово-делювіальні верхнього неоплейстоцену (е, vd PIII); відклади новопетрівської світи полтавської серії міоцену (N_{1np}), кийської світи (P_{2kv}) і буцацької серії (P_{2bc}) еоцену [1]. Узагальнений розріз осадової товщі під КДМСК наведений в табл. 1.

Таблиця 1

Узагальнений розріз осадової товщі під КДМСК (зверху вниз, потужності шарів усереднено)			
1.	Грунтово-рослинний шар	(eH)	до 0,5 м
2.	Лесовидний супісок палево-жовтий	(e, vd P _{III})	10,3 м
3.	Супісок жовтувато-коричневий	(e, vd P _{III})	5,0 м
4.	Пісок жовтувато-бурий	(e, vd P _{III})	3,4 м
5.	Суглинок бурувато-жовтий	(e, vd P _{III})	2,0 м
6.	Пісок пилуватий	(N _{1np})	2,5 м
7.	Наглинок зеленувато-сірий	(P _{2kv})	0,5 м
8.	Глина мергельна блакитно-сіра	(P _{2kv})	30 м

Представлена стратиграфічна колонка – це спрощена схема. Насправді, як вказує співставлення розрізу Пирогівського родовища цегляних глин (північно-східна окраїна с. Пирогів) та розрізу у межах КДМСК, палеоген-четвертинні товщі тут характеризуються складною геологічною будовою. Спостерігається висока фаціальна мінливість відкладів у розрізі та по латералі, різкі коливання потужностей у зонах обмежених ділянок, ерозійна порізаність кривлі багатьох водотривких та водоносних горизонтів.

У гідрогеологічному відношенні територія відноситься до Дніпровського артезіанського басейну [1]. На цій території до глибини, що досліджувалася, поширені такі водоносні горизонти (ВГ):

- ВГ у сучасних алювіальних відкладах заплав і днищ балок (aH);
- ВГ в еолово-делювіальних суглинках верхнього неоплейстоцену (e, vd P_{III});
- ВГ у новопетрівських відкладах полтавської серії міоцену (N_{1np});
- ВГ у відкладах верхньої частини київської світи еоцену (P_{2kv});
- ВГ у відкладах буцацької серії еоцену (P_{2bc}).

ВГ сучасних алювіальних відкладів приурочений до долин р. Дніпро та р. Віта. Водовміщуючі породи – піски з прошарками глинистих ґрунтів. Горизонт безнапірний, гідравлічно пов'язаний з водами рік. Живлення здійснюється, в основному, за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також підживлення водами інших горизонтів, що виклинюються в бортах долин і дрениуються ріками і струмками. Горизонт не захищений від поверхневого забруднення.

У зв'язку з відсутністю витриманого слабопроникного шару між водоносними горизонтами у відкладах верхнього неоплейстоцену, новопетрівських та верхньої частини київської світи, вони утворюють єдиний водоносний комплекс (верхньонеоплейстоценово-еоценовий). Комплекс умовно захищений від поверхневого забруднення. Водовміщуючі відклади комплексу залягають на поверхні київських мергельних глин, які слугують водотривким шаром між верхньонеоплейстоценово-еоценовим водоносним комплексом та буцацьким ВГ. ВГ у буцацьких відкладах приурочений до пилуватих пісків та супісків. Глибина залягання горизонту коливається від 15 до 60 м в долині р. Дніпро. Води напірні, величина напору складає 6–10 м. Води живляться за рахунок перетікання з водоносних горизонтів, що залягають вище по розрізу, а в долині р. Дніпро, крім того, за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Підземні води буцацького ВГ є основним джерелом централізованого водопостачання.

Локальні параметри гідравлічного зв'язку між водоносними горизонтами та механізм водообміну досі залишаються невизначеними; існують лише регіональні оцінки, які базуються на математичних моделях. Стратифіковані горизонти поширені не скрізь, можливі приховані відносно локальні водотривкі горизонти (лінзи та більш складні по формі тіла – зсувні, брекчії та ін.). Першим регіональним водотривком є мергелеві суглинки

та глини київської світи палеогену. Поверхня цих відкладів значною мірою визначає спрямованість стоку забруднених підземних вод.

Таким чином геолого-гідрогеологічні умови в районі розташування сховищ Київського ДМСК УкрДО "РАДОН" досить складні. Строканий літологічний склад порід, невитриманість потужності водовміщуючих та слабопроникних шарів у розрізі і по латералі, високий ступінь ерозійної порізаності – обумовили складний характер гідравлічного зв'язку між водоносними горизонтами, неоднорідну природну захищеність ґрунтових вод у просторі та, відповідно, різну швидкість радіальної та латеральної підземної міграції речовин.

Характеристика спостережної мережі за режимом підземних вод. Спорудження спостережної мережі за режимом підземних вод на території пункту захоронення радіоактивних відходів та у санітарно-захисній зоні виконано Київським інститутом вишукувань та досліджень "Енергопроект" у 1992–1993 рр. [6; 7]. Цільовим призначенням проведених робіт було буріння та обладнання стаціонарної спостережної мережі за режимом підземних та поверхневих вод, а також гамма-фоном ґрунтів у зоні аерації.

В ході виконання робіт було облаштовано 36 спостережних свердловин за станом підземних вод на три водоносні комплекси (горизонти): четвертинний, верхньочетвертинний-верхньо-еоценовий та буцацький. Відповідно нумерація свердловин має індекси "Н1", "Н2", "Н3".

Конструкції свердловин на різні ВГ деякою мірою відрізняються: буріння свердловин на четвертинний "Н1" і верхньочетвертинний-верхньо-еоценовий "Н2" водоносні горизонти здійснювалося діаметром 168 мм; початковий діаметр свердловин на буцацький водоносний горизонт 324 мм, робочий діаметр 168 мм; свердловини обладнані фільтровими колонами діаметром 108 мм (робочі колони вилучені).

Водоприйнятною частиною слугує фільтр діаметром 108 мм, з сіткою з нержавіючої сталі та гравійною обсыпкою. Довжина робочої частини 1-2 м, відстійника 0,5-1,4 м. Вище гравійної обсыпки простір між фільтровою та обсадною колонами затампонований глинистим матеріалом. Устя свердловин були забетоновані, оголовки обладнані кришками, свердловини огорожені.

Було розроблено рекомендації щодо частоти спостережень на початковому етапі моніторингу протягом року:

- замір рівня та температури підземних вод на майданчику ПЗРВ – 2 рази на місяць, у санітарно-захисній зоні – 1 раз на місяць;
- відбір води на хімічний аналіз – 1 раз на квартал;
- радіохімічний аналіз по всім спостережних точках – 2 рази на рік.

Моніторинг повинен здійснюватися за спеціально розробленою програмою.

Результати дослідження. В ході виконання досліджень було обстежено мережу спостережних свердловин за станом підземних вод системи радіаційного моніторингу ДСП КДМСК УДО "Радон" та оцінено її ефек-

тивність. Експериментально визначено гідрогеофільтраційні параметри спостережних свердловин як показника їх чутливості до змін рівнів і радіохімічних показників ґрунтового ВГ, проаналізовано просторово-часову мінливість поверхні дзеркала ґрунтових вод.

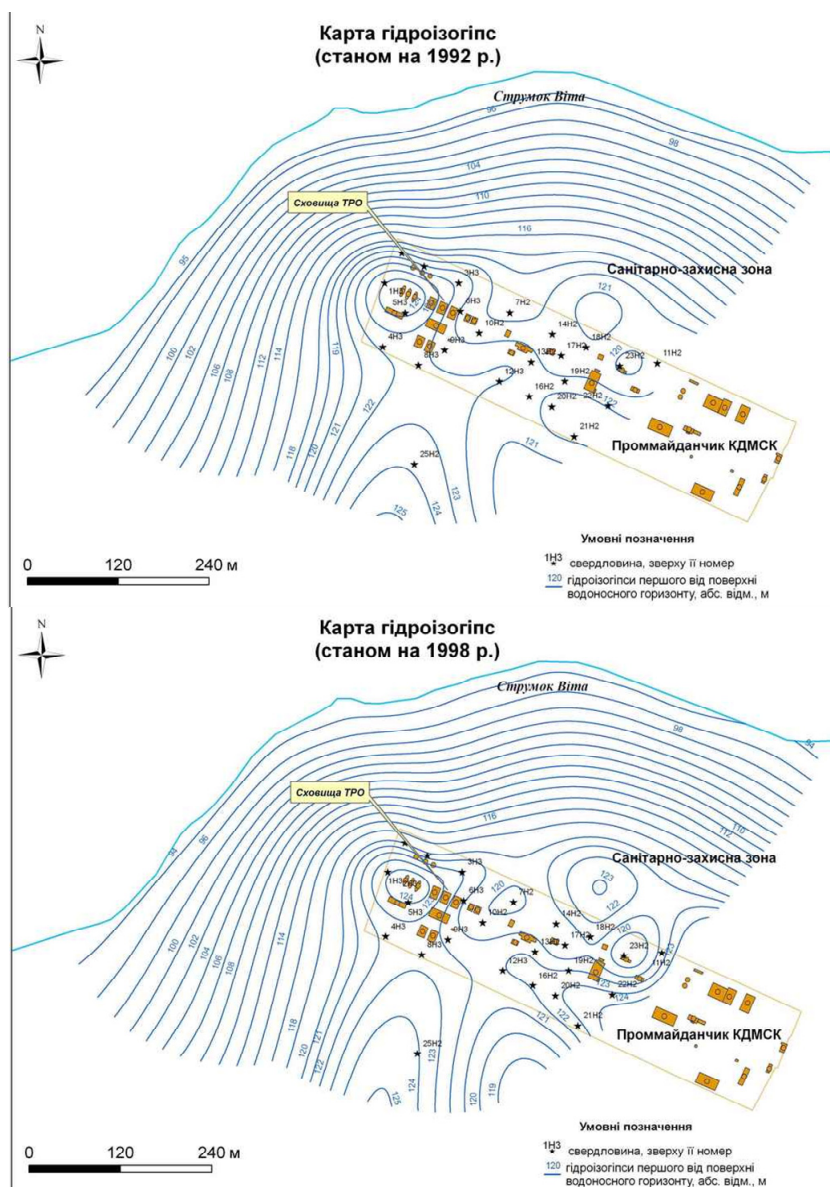
Динаміка гідродинамічного режиму верхньочетвертинного-верхньоеоценового водоносного комплексу на майданчику ПЗРВ та санітарно-захисній зоні вивчалась за даними режимних спостережень рівнів води у свердловинах системи моніторингу ДП КДМСК УДО "Радон" (1992–2008, 2011–2012 рр.) та власних замірів рівня у 2013 р.

Глибина залягання ґрунтових вод на досліджуваній ділянці коливається в межах від 0,1 до 25 м. Абсолютні відмітки дзеркала ґрунтових вод 93–130 м. Максимальні відмітки рівня ґрунтових вод (РГВ) зафіксовані безпосередньо на майданчику розташування сховищ радіоактивних відходів та обвалованих сховищ рідких радіоактивних відходів, де потужність зони аерації складає 19–25 м. Це пов'язано з напрямом потоку підземних вод та гіпсометрією поверхні землі. Адже джерела тритієвого забруднення розташовані в межах лесового останця – гіпсометрично підвищеної ділянки, тобто локальної області переважального низхідного інфільтраційного живлення ґрунтового ВГ. Розвантаження підземних вод на досліджуваній території відбувається розосереджено у

видляді джерел, мочажин та ін. у долину р. Віта та її притоків, яка розкриває регіональний слабопроникний шар мергелів київської світи верхнього еоцену. Активний дренаж ґрунтового ВГ долиною р. Віта та прилеглих балок обмежує латеральну міграцію потоку ґрунтових вод і наближує його структуру до радіальної.

За досліджуваний період (1992–2013 рр.) відбулося зниження рівня води в стовбурах спостережних свердловин від 0,5 до 4,60 м. Істотних змін зазнала поверхня дзеркала ґрунтових вод (рис. 1). Просторово-часову мінливість якої було досліджено зі застосуванням геоінформаційних технологій (ГІС), зокрема аналітичного модуля Spatial Analyst програми ArcGIS 9.3.

Апроксимацію просторового положення гідроізогіпс на різні часові періоди виконано за даними моніторингу з використанням методу сплайну. Даний метод апроксимації ефективно застосовувати для побудови гладких поверхонь, що плавно змінюються, в даному разі – поверхні ґрунтових вод. Адже він базується на основі математичної функції, що наслідую поділ кривої на ділянки, де точки прикладання сил поділяють область визначення кривої на відрізки. На кожному такому відрізку сплайн представляє параболу третього ступеню. Всі параболі разом (їх кількість співпадає з кількістю відрізків) створюють гладку безперервну криву [4].



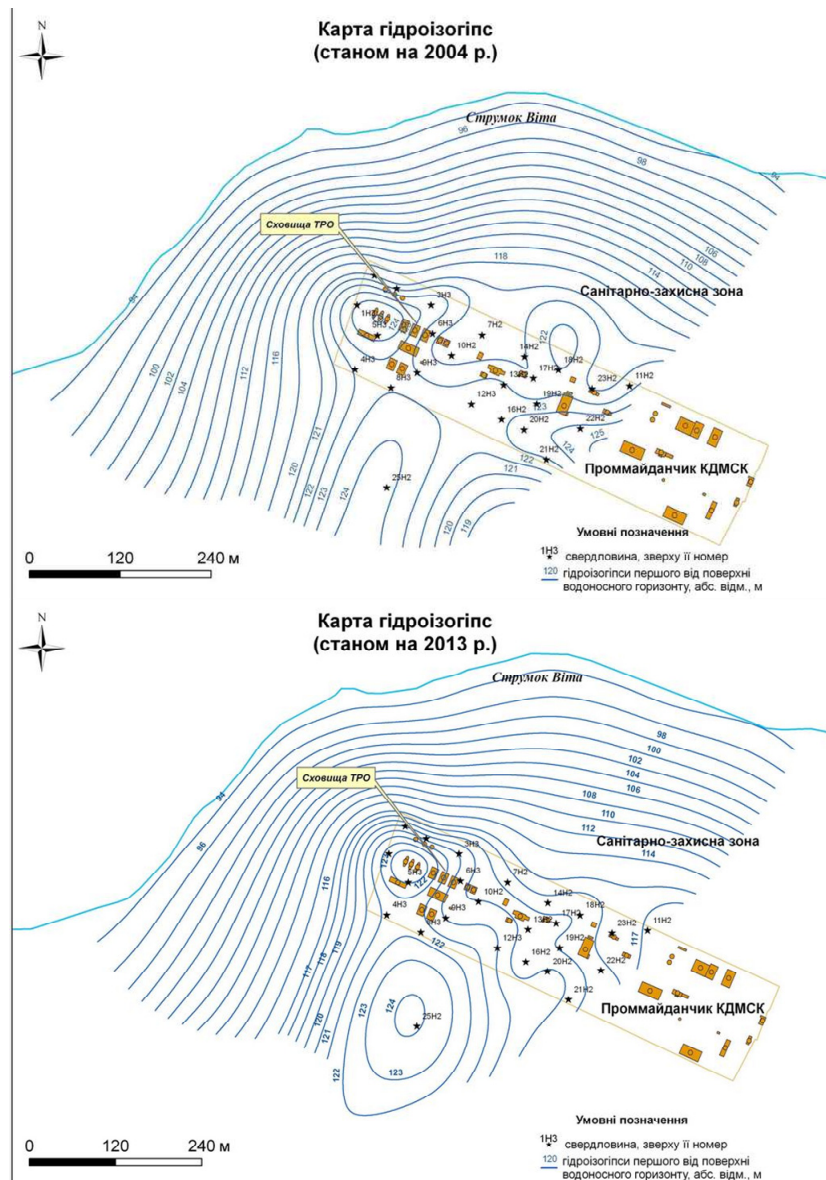


Рис. 1. Карти гідроізогіпс за даними режимних спостережень рівнів води у свердловинах системи моніторингу ДП КДМСК УДО "Радон"

Коливання РГВ досягають найбільших значень (до 4,5 м за період 1992-2013) безпосередньо на майданчику ПЗРВ, де зберігаються тритієві відходи (рис. 2). Спостережувана диференціація рівнів поверхні ВГ протягом 1992–2013 рр. (рис. 2), за умов збільшення річної кількості опадів у 2012 р. та 2013 р., свідчить про недосконалість облаштування спостережних свердловин та, можливо, недостовірності даних спостережень щодо радіоактивного забруднення підземних вод.

Тому була проведена додаткова оцінка змін щільності кореляційного зв'язку абсолютних відміток денної поверхні ($H_{\text{пов}}$) і середньорічних положень статичного рівня у спостережних свердловинах ($H_{\text{РГВ}}$) за період 1992–2013 рр. (рис. 3). Отримані значення коефіцієнту кореляції, в основному, змінюються в межах від 0,4 до 0,6. Для природних та слабопорушених умов рівень кореляційного зв'язку $H_{\text{РГВ}}=f(H_{\text{пов}})$ дорівнює 0,7-0,9 (за результатами багаторічних досліджень режиму рівнів в межах лісостепової зони України такими авторами, як М.А. Шкляревський, С.А. Рубан, Н.Г. Пишна та ін. у 1964-2012 рр.).

Максимальне значення R для 2013 р. за даними власного опробування може бути пов'язане зі збільшенням інфільтраційного живлення підземного стоку за

рахунок багатоводних 2012, 2013 рр.

Критичне зменшення R за даними 2011-2012 рр. до 2-3- разів ($R \approx 0,22$) може бути віднесене до системної помилки через недосконалість вимірів РГВ внаслідок штучної механічної кольматації порового простору піщано-суглинисто-глинистих порід.

Гідрогеофільтраційна досконалість спостережних свердловин визначалась за двома параметрами, а саме: оцінкою досконалості розкриття фільтровою частиною ґрунтового ВГ (положення фільтру відносно РГВ і літологія порід у фільтровій зоні) та величиною водопровідності.

Фонд спостережних свердловин на території досліджень має низку особливостей розкриття ґрунтового ВГ, який є основним "депо" і середовищем латерального руху інфільтраційних надходжень тритію. Так, у 50 % спостережних свердловин фільтри розташовані у зоні розвитку слабопроникних наглинків і суглинків, які здатні до активної кольматації прифільтрової зони. Внаслідок цього за умов відсутності періодичної активації свердловин методом желонування має місце утруднення і втрата гідрогеофільтраційного зв'язку у системі "стовп води у свердловині – порові води ВГ".

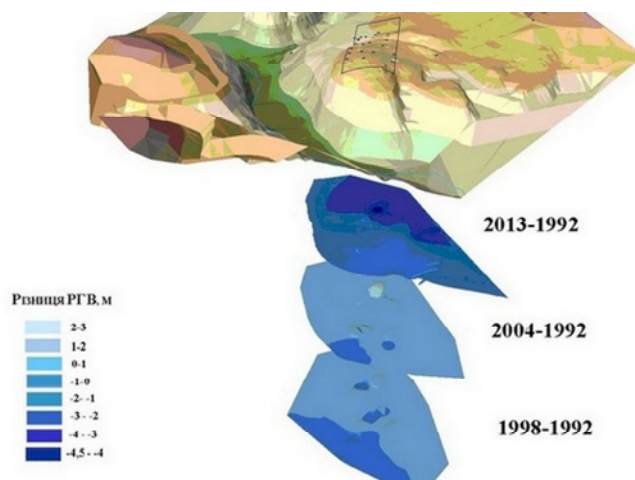


Рис. 2. Об'ємна модель еволюції поверхні ґрунтового ВГ (за різницею рівнів) у динаміці спостережень за рівнями води у свердловинах

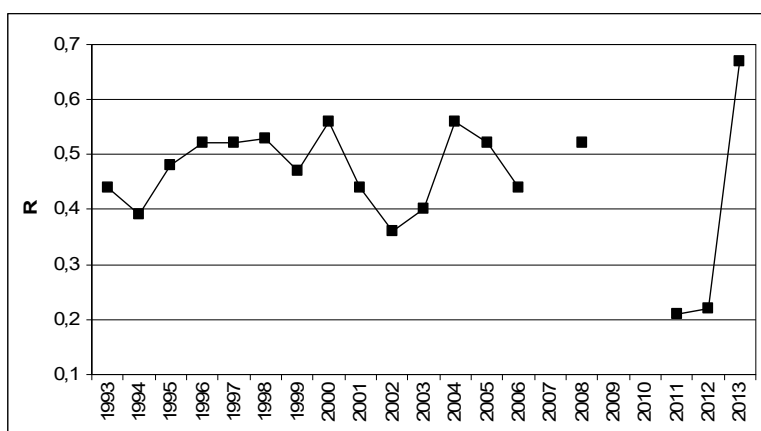


Рис. 3. Динаміка коефіцієнту кореляції між РГВ ($H_{РГВ}$) та абсолютними відмітками земної поверхні ($H_{Пов.}$)

У складі водоносних порід переважають дрібнозернисті, пілуваті і глинисті часточки, що сприяє розвитку процесів механічної і хімічної коагуляції фільтрів та зниженню їх чутливості до змін рівнів та вмісту тритію у ВГ.

Усі свердловини спостережної мережі мають малий діаметр (108 мм), зменшену довжину фільтрової зони (1,0-2,0 м) і низькі дебіти при желонуванні (десяті частки $дм^3/с$), що виключає інтенсивний вплив на ВГ у процесі відкачок (желонування) та практично виключає ефективне очищення прифільтрової зони від глинистих часточок.

Про зростаюче ускладнення гідрогеофільтраційного зв'язку фільтрових зон спостережних свердловин свідчить зниження рівня води у всіх спостережних свердловинах за період 1992-2013 рр.

Враховуючи вище перераховані конструкційні особливості свердловин та літологію порід у фільтровій зоні, дослідно-фільтраційні роботи проводились методом "вільного" наливу за наступною технологічною схемою:

1) подача води у свердловину виконувалися за схемою "знизу – вверх" по нагнітальному шлангу $\varnothing 20$ мм, який занурювався до відстійника з метою запобігання аерокоагуляції фільтрової зони;

2) ознакою стабілізації режиму наливу була прийнята зупинка або істотне уповільнення (до $см/с$) підйому (So^+) рівня води у свердловині.

Обробка даних зниження рівня води у свердловині (Si^+) у часі, враховуючи складний характер гідрогеофільтраційного поля у системі "фільтр-проникна фільтрова обсіпка-слабопроникні породи ВГ" виконувалась, за трьома залежностями: Дюпюї за схемою умовної стабілізації початку фільтрації у прифільтровій зоні, квазі-стабільного зниження рівня у часі за розрахунковими

схемами Тейса ($Si^- = f(lgt_i)$) та Бабушкіна-Біндемана ($lg(So^+_0/S^+_i) = f(t_i)$) [9, 3].

Використання розрахункових схем неусталеної фільтрації Тейса і Бабушкіна-Біндемана було пов'язано з тим, що більша частина деформації (збурення) потоку ВГ у процесі зниження рівня відбувається у слабопроникних породах, в масиві яких формується репресія наливу.

Спостереження за зниженням рівня виконувалися з частотою 0,5-1 хв до уповільнення швидкості на межі чутливості рівнеміра (1-3 $см/с$).

Результати розрахунків коефіцієнта водопровідності за залежностями Дюпюї, Тейса та Бабушкіна-Біндемана (km_d , km_T , km_{BB}) наведено на порівняльній гістограмі (рис. 4).

Аналіз вищезгаданих даних дозволяє зробити наступні висновки щодо гідрогеофільтраційних параметрів спостережних свердловин як показника їх чутливості до змін рівнів і радіохімічних показників ВГ:

1) підвищені значення водопровідності за схемою Дюпюї (km_d) пов'язані з обмеженим простором прифільтрової зони, який заповнений високопроникним матеріалом і тому забезпечує переважно висхідну позатрубну фільтрацію при обмеженому впливі потоку ВГ;

2) оцінка величин водопровідності за розрахунковими схемами Тейса і Бабушкіна-Біндемана (km_T , km_{BB} , відповідно) надає відносно наближені значення, що пов'язано з фільтрацією наливних вод у віддаленій від фільтру зоні досліджуваного ВГ і відображає просторово виражені у полі репресії значення водопровідності (рис. 4).

Свідченням достатньої вірогідності оцінок водопровідності за розрахунковими схемами Тейса та Бабушкіна-Біндемана може слугувати відносно значима ($R \sim 0.35$) парна кореляція між величинами km_T та km_{BB} (рис. 5).

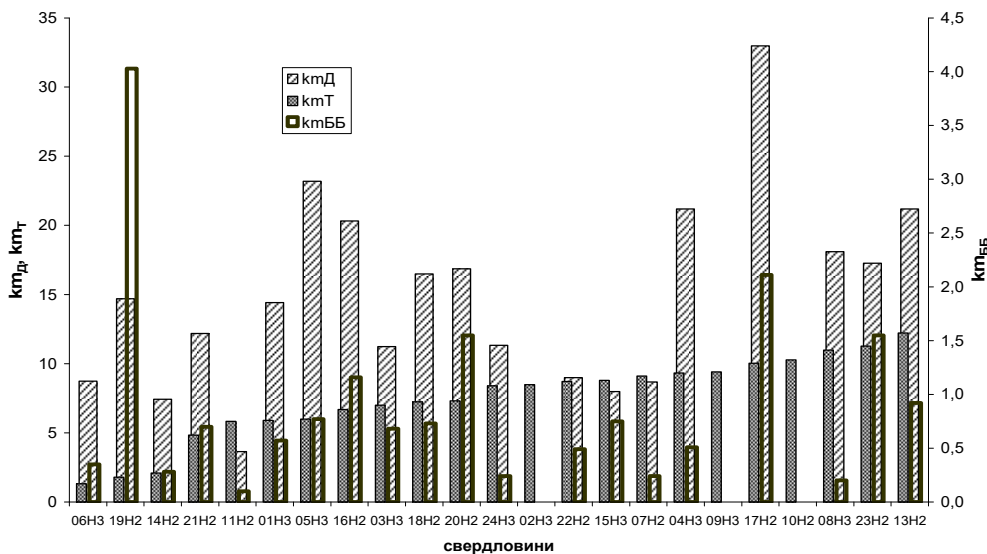


Рис. 4. Порівняльна гістограма коефіцієнтів водопроникності, визначених різними методами

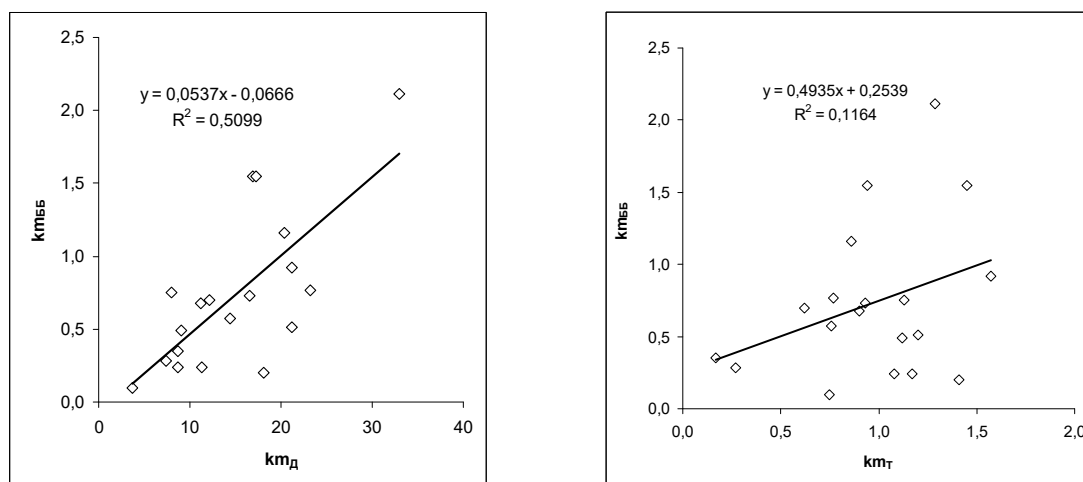


Рис. 5. Регресійні залежності між величинами коефіцієнтів водопроникності, визначених різними методами

Серед тридцяти обстежених спостережних свердловин гідрогеофільтраційно досконалими за величиною водопровідності (за розрахунковими схемами Тейса та Бабушкіна-Біндермана) та за досконалістю розкриття фільтровою частиною ґрунтового ВГ (положення фільтру відносно РГВ і літологія порід у фільтровій зоні) можна вважати лише п'ять, кожна з яких потребує розчищення желонуванням.

Висновки. Спостереження за режимом підземних вод в системі радіаційного моніторингу ДСП КДМСК УДО "Радон" є малоінформативними та не відображають реального впливу на об'єкт досліджень.

Динаміка гідродинамічного режиму свідчить про наявність тенденції до зниження рівня та зміни просторової конфігурації гідроізогіпс ґрунтового ВГ. Це може бути обумовленим недосконалістю вимірів РГВ внаслідок штучної механічної кольматації порового простору піщано-суглинисто-глинистих порід. Недосконале облаштування та експлуатація спостережних свердловин, у складних геолого-гідрогеологічних умовах промайданчика ПЗРВ призвели до втрати більшістю з них зв'язку з ґрунтовим ВГ. За результатами оцінки гідрогеофільтраційної досконалості свердловин встановлено, що більшість з них є недосконалими та потребують ліквідації. Лише п'ять свердловин можна продовжувати використовувати після попереднього їх розчищення методом желонування.

Для забезпечення радіаційної безпеки в межах м. Києва, існуюча система радіаційного моніторингу ДСП КДМСК УДО "Радон" нагально потребує оновлення, розширення та розроблення науково обґрунтованої програми спостережень. Удосконалення системи моніторингу повинно базуватись на даних щодо просторового поширення планових контурів поля тритієвого забруднення підземних вод.

Список використаних джерел

1. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000 аркуша М-36-XIII (Київ) / Під ред. В. Ю. Зосимовича та П. Ф. Гожики. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, Північне державне регіональне геологічне підприємство "Північгеологія", 2001. – 78 с.
2. Долін В. В. Еволюція контурів радіоїдрогеохімічної аномалії тритієвого забруднення в зоні впливу приповерхневого сховища радіоактивних відходів [Електронний ресурс] / В. В. Долін, Є. О. Яковлев, О. В. Щербак, Я. О. Куцка // XIVth International Conference – Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. 11-14 May 2015, Kiev, Ukraine. – 2015.
3. Жернов І. Е. Динаміка підземних вод / І. Е. Жернов. – К.: Вища школа, 1982. – 324 с.
4. Ішук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: навч. посібник / О. О. Ішук, М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков; під ред. акад. Д. М. Гродзинського; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – К.: ВПЦ "Київський ун-т", 2003. – 200 с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи. – Київ, 1997. – 120 с.
6. Отчет о сооружении сети наблюдательных скважин за режимом подземных вод на территории пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО): рабочий проект, книга 1. – К.: Малое совместное предприятие проектно-конструкторского научно-исследовательского института "Сантехэнергопроект", 1992. – 62 с.

7. Отчет о сооружении сети наблюдательных скважин за режимом подземных и поверхностных вод и состоянием грунтов в зоне аэрации (II этап). Книга 1: пояснительная записка. – К.: Киевский институт изысканий и исследований "Энергопроект", 1993. – 80 с.

8. Тритій у біосфері / В. В. Долін, О. В. Пушкар'єв, І. Ф. Шраменко та ін. – К.: Наук. думка, 2012. – 224 с.

9. Шестаков В. М. Динамика подземных вод / В. М. Шестаков. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 368 с.

References

1. Ukraine State Geological map scale of 1: 200 000 sheet M-36-XIII (Kiev). Ed. by V. Yu. Zosymovych and P. F. Gozhyk. (2001). Kiev, The Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, the Northern State regional geological enterprise "Pivnichgeologiya", 78 p. [In Ukrainian].

2. Dolin V. V., Yakovlev E. A., Scherbak O. V., Kutska Ya. A. (2015). Evolution of outlines of tritium contamination radiohydrogeochemical anomalies in the zone of near-surface storage of radioactive waste. XIVth International Conference – Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. 11-14 May 2015, Kiev, Ukraine. [In Ukrainian].

3. Zhernov I. E., (1982). Dynamics of underground waters. K.: Vyscha shkola, 324 p. [In Russian].

4. Ischuk A. A., Korzhnev M. M., Koshlyakov A. E. (2003). Spatial analysis and modeling in GIS: Textbook. K.: PPC "Kyivskyi universytet", 200 p. [In Ukrainian].

5. Radiation Safety Standards of Ukraine (RSSU-97). State sanitary standards (1997). Kyiv, 120 p. [In Ukrainian].

6. Report about the construction of observation wells network for groundwater regime in the territory of the radioactive waste disposal item (RWDI): detailed design. (1992). K.: small joint venture of Design Research Institute "Santekhnenergooproekt", book 1, 62 p. [In Russian].

7. Report about the construction of observation wells network for the regime of groundwater and surface water and soil conditions in the aeration zone (II stage), an explanatory memorandum. (1993). K.: the Kiev Institute of research and studies "Energooproekt", book 1, 80 p. [In Russian].

8. Dolin V. V., Pushkarov A. V., Shramenko I. F. et al. (2012). Tritium in the biosphere. K.: Naukova dumka, 224 p. [In Ukrainian].

9. Shestakov V. M. (1979). Dynamics of underground waters. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 368 p. [In Russian].

Надійшла до редколегії 10.04.16

O. Scherbak, Cand. Sci. (Geol.), Junior research fellow

E-mail: scherbak_olesia@ukr.net;

T. Koshliakova, Cand. Sci. (Geol.), Research fellow

E-mail: geol@bigmir.net;

V. Dolin (jun.), category I engineer

E-mail: vdolin@i.com.ua

I. Rudenko, Junior research fellow

E-mail: irina_mihalovna@ukr.net

State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine"

34a Palladina Ave., Kyiv, 03680 Ukraine;

Ya. Kutska, Postgraduate Student

E-mail: yanusik1965@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine

ESTIMATION OF EFFECTIVENESS OF RADIOHYDROGEOLOGICAL MONITORING IN THE INFLUENCE ZONE OF KYIV RADIOACTIVE WASTE STORAGE

The current state of radiohydrogeological monitoring system in the influence zone of Kyiv subsurface radioactive waste storage is considered with using hydrogeological, statistical and geoinformational research methods. According to monitoring observations (1992-2013) the spatial-temporal dynamics of the upper Quaternary – upper Eocene groundwater complex hydrodynamic regime is analyzed. Hydrogeofiltrational efficiency of the observation wells is estimated by two parameters, namely: the efficiency of uncovering of groundwater aquifer by filter section (filter position regarding the groundwater level and the rocks lithology in filter zone) and the transmissivity value. The presence of groundwater level downtrend and hydroisohypses spatial configuration changes were determined. The majority of observation wells are hydrogeofiltrational incomplete due to artificial mechanical mudding of the filter zone and structural features. Observational data provide little information and do not reflect the real impact of the storage on environment.

Based on the results obtained the conclusion was made about the necessity of renewal and expansion of the current monitoring system. The monitoring system development must be made with taking into account the evolution of groundwater tritium contamination contours.

Keywords: monitoring, groundwater, groundwater level, contamination, radioactive waste, tritium.

O. Щербак, канд. геол. наук, мл. науч. сотруд.

E-mail: scherbak_olesia@ukr.net;

T. Кошлякова, канд. геол. наук, науч. сотруд

E-mail: geol@bigmir.net;

В. Долін (мл.), инж. I кат.

E-mail: vdolin@i.com.ua;

И. Руденко, мл. науч. сотруд.

E-mail: irina_mihalovna@ukr.net

ГУ "Институт геохимии окружающей среды НАН Украины"

пр. Академика Палладина, 34а, г. Киев, 03680, Украина;

Я. Куцка, асп.

E-mail: yanusik1965@gmail.com

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская 90, г. Киев, 03022, Украина

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИЕВСКОГО ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрено современное состояние системы радиогидрогеологического мониторинга в зоне влияния Киевского приповерхностного хранилища радиоактивных отходов с применением гидрогеологических, статистических и геоинформационных методов исследования. По данным мониторинговых наблюдений (1992-2013 гг.) проанализирована пространственно-временная динамика гидродинамического режима верхнечетвертичного-верхнеэоценового водоносного комплекса. Выполнена оценка гидрогеофильтрационного совершенства наблюдательных скважин по двум параметрам, а именно: совершенству раскрытия фильтровой частью почвенного водоносного горизонта (положение фильтра относительно уровня грунтовых вод и литология пород в фильтровой зоне) и величина водопроводимости. Установлено наличие тенденции к понижению уровня и изменению пространственной конфигурации гидроизогипс. Основное большинство наблюдаемых скважин являются гидрогеофильтрационно несовершенными вследствие искусственной механической колюматации фильтровой зоны и конструктивных особенностей. Данные наблюдений являются малоинформативными и не отражают реального влияния хранилища на окружающую среду.

На основе полученных результатов сделан вывод о необходимости обновления и расширения существующей системы мониторинга. Совершенствование системы мониторинга должно выполняться с учетом эволюции контуров тритиевого загрязнения грунтовых вод.

Ключевые слова: мониторинг, подземные воды, уровень грунтовых вод, загрязнение, радиоактивные отходы, тритий.