

УДК 550.4:574.3

Інв. №

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»
03142, м. Київ-142, пр. Палладіна, 34а;
тел. (044) 5021229, факс 5021229; igns@nas.gov.ua



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

директор

ДУ «ІГНС НАН України»

чл.-кор. НАН України

Ю.Л. Забулонов

23.06.2021

ЗВІТ

ПРО ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ:

«Проведення літогеохімічних досліджень 30 проб каоліну та
вмісних порід Біляївського родовища первинних каолінів»
(у рамках договору № 05/2021 ІГНС)

Науковий керівник:

доктор геологічних наук

В.Г. Верховцев

Відповідальний виконавець:

кандидат геологічних наук

зав.лаб.

В.В. Шкапенко

Київ
2021

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Науковий керівник

д. геол. н., завідувач відділом спеціальної металогенії



В.Г. Верховцев

Вступ, розділи 1-3, Висновки

Відповідальний виконавець

к. геол. н., зав. лаб.



В.В. Шкапенко

Вступ, розділи 1-3, Висновки

к. геол. н., с. н. с.



Л.О. Бужук

Розділи 1-3, Висновки

к. геол. н., с. н. с.



Ю.Є. Тищенко

Розділи 1-3, Висновки

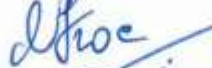
к. геол. н., пров. н. с.



В.Г. Губіна

Розділ 2

к. техн. н., н. с.



К.К. Ярошенко

Розділи 2, 3

м. н. с.



В.М. Кулібаба

Розділ 2

м. н. с.



С.В. Кузенко

Розділ 2

пров. інж.



С.Ф. Чупринова

Розділ 2

пров. інж.



С.В. Мещеряков

Розділи 2, 3

пров. інж.



Н.М. Ващенко

Розділ 2

інж. II кат.



Т.В. Фоміна

Розділ 2

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 47 стор., 1 рис., 14 табл., 7 джерел, 3 додатки

Об'єкт досліджень: каоліни та вмісні породи «Біляївського родовища первинних каолінів»

Мета робіт: В лабораторних умовах дослідити зразки каоліну та вмісні породи «Біляївського родовища первинних каолінів», визначити концентрацію валових та мобільних форм елементів, а також їх радіохімічні показники.

Згідно технічного завдання Замовника, проведено наступні види літогеохімічних та радіаційних досліджень:

– Визначення у каолінах та вмісних породах мобільних форм елементів: Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn методами атомно-абсорбційного та спектрофотометричного аналізів.

– Визначення у пробах каолінів та вміщуючих порід валових вмістів елементів методом напівкількісного емісійного спектрального аналізу Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Ta, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Be, La, Y, Yb, Th, As, Ba, Li, P.

– Гамма-спектрометричний аналіз проб каолінів та вмісних порід.

– Визначення питомої активності за інтенсивністю альфа і бета-випромінювання у пробах каолінів та вмісних порід.

– Узагальнення отриманих результатів та надання рекомендацій.

Робота має науково-теоретичне та практичне значення.

Ключові слова: КАОЛІН, БІЛЯЇВСЬКЕ РОДОВИЩЕ, РУХЛИВІ ФОРМИ МЕТАЛІВ, ВАЛОВИЙ ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ, РАДІГЕОХІМІЯ, МІГРАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ, ГЕОХІМІЧНІ ТА РАДІАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ.

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК – граничнодопустима концентрація

ДУ – Державна установа

ІГНС НАН України – Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України

ОВД – оцінка впливу на довкілля

ПЕД – потужність еквівалентної дози

УЩ – Український (кристалічний) щит

pH – водневий показник

Одиниці вимірювання:

Бк – Беккерель

Зв – Зіверт

ммоль – мілімоль

мг – міліграм

г – грам

т – тонна

дм – дециметр

м – метр

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1. ОБ'ЄКТ ТА ТЕРИТОРІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	7
1.1. Місцерозташування та геоструктурна позиція	7
1.2. Геохімічні особливості ландшафту	9
1.3. Особливості геохімічного фону за результатами попередніх моніторингів території, прилеглої до родовища	9
2. ФАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
2.1 Фактичний матеріал	
2.2 Програма досліджень	11
2.3 Методи досліджень	11
3. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
3.1 Літогеохімічні дослідження каолінів та вміщуючих порід	13
3.2.1. Валові вмісти елементів	13
3.2.2. Вмісти важких металів у водних витяжках	18
3.3. Радіогеохімічні дослідження каолінів та вміщуючих порід	21
3.3.1 Довідкова інформація	21
3.3.2 Результати гамма-спектрометричних аналізів проб каолінітів	22
3.3.3 Результати вимірювань альфа- та бета-випромінювання проб каолінітів (приведеної до урану питомої активності)	25
3.3.4 Результати вимірювань інтегральної гамма-активності каолінітів	27
3.3.5 Порівняння результатів радіологічних вимірювань каолінітів з даними попередніх досліджень	29
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	34
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	35
ДОДАТКИ	36

ВСТУП

Звіт за темою: «Літогеохімічні дослідження 30 зразків каоліну та вмісних порід Біляївського родовища первинних каолінів» підготовлений Державною установою «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України» (ДУ «ІГНС НАН України») у відповідності до технічного завдання на виконання договору № 05/2021 від 19.05.2021 року на замовлення Громадської організації «ВОЛЬТЕРРА» (ГО «ВОЛЬТЕРРА»). У звіті наведено результати лабораторних досліджень 32 проб каолінів та вмісних порід з території Біляївського родовища без прив'язки до місцевості, які включають: літогеохімічний аналіз каолінів та вміщуючих порід на мобільні форми 8 елементів (Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn) та валові вмісти 31 елемента (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Ta, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Be, La, Y, Yb, Th, As, Ba, Li, P); спектрометричний аналіз; визначення питомої активності за інтенсивністю альфа і бета-випромінювання.

Плановою діяльністю при розробці «Біляївського родовища первинних каолінів» передбачається відкрита розробка його Східної ділянки та будівництво збагачувального комплексу для отримання концентратів для паперової, керамічної, хімічної та електротехнічної галузей народного господарства:

- високомарочних каолінів (каолін для паперової промисловості – 94 тис. т/рік або для виробництва кераміки – 100 тис. т/рік);
- польового шпату (при впровадженні в схему відділення польового шпату (концентрат вмістом 60 %) – 25 тис. т/рік;
- кварцового піску (побічний продукт) – 60 тис. т/рік.

Радіологічний та хімічний склад колінів характеризує властивості вихідного матеріалу та безпечність отриманої з нього продукції, а також має значний вплив на стан навколишнього природного середовища.

Важливим показником якості та безпечності продукції з отриманого каоліну є мобільні форми важких металів, що характеризують міграційну і комплексоутворюючу здатність останніх, а також визначають їх токсичність та біодоступність.

На основі попередніх досліджень, для отримання найбільш інформативних даних та враховуючи акумуляційні та обмінні особливості досліджуваного матеріалу для екстракції використовувалась водна витяжка.

Радіологічні та хіміко-аналітичні дослідження валового вмісту і рухомих форм елементів, дозволило виявити еколого-геохімічні особливості каолінів та вміщуючих порід Біляївського родовища. За отриманими результатами надано рекомендації щодо подальших досліджень в умовах розробки родовища.

1. ОБ'ЄКТ ТА ТЕРИТОРІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ландшафтні та геологічні умови Біляївського родовища первинних каолінів детально наведено в [1] та ін. Представимо стислий опис об'єкта досліджень та геохімічні особливості ландшафту.

1.1. Місцезорозташування та геоструктурна позиція

В адміністративному відношенні Біляївське родовище розташоване на території Павлівської сільської ради Вільнянського району Запорізької області. Біляївське родовище має протяжність 4,0 км із заходу на схід та 3,0 км з півночі на південь.

У геоморфологічному відношенні родовище приурочене до правого пологого схилу верхів'я долини річки Вільнянка, ускладненої системою слабовиражених широких та пологих балок. Район розташування родовища перетинається двома невеликими річками Мокра Московка та Вільнянка (ліві притоки р. Дніпро).

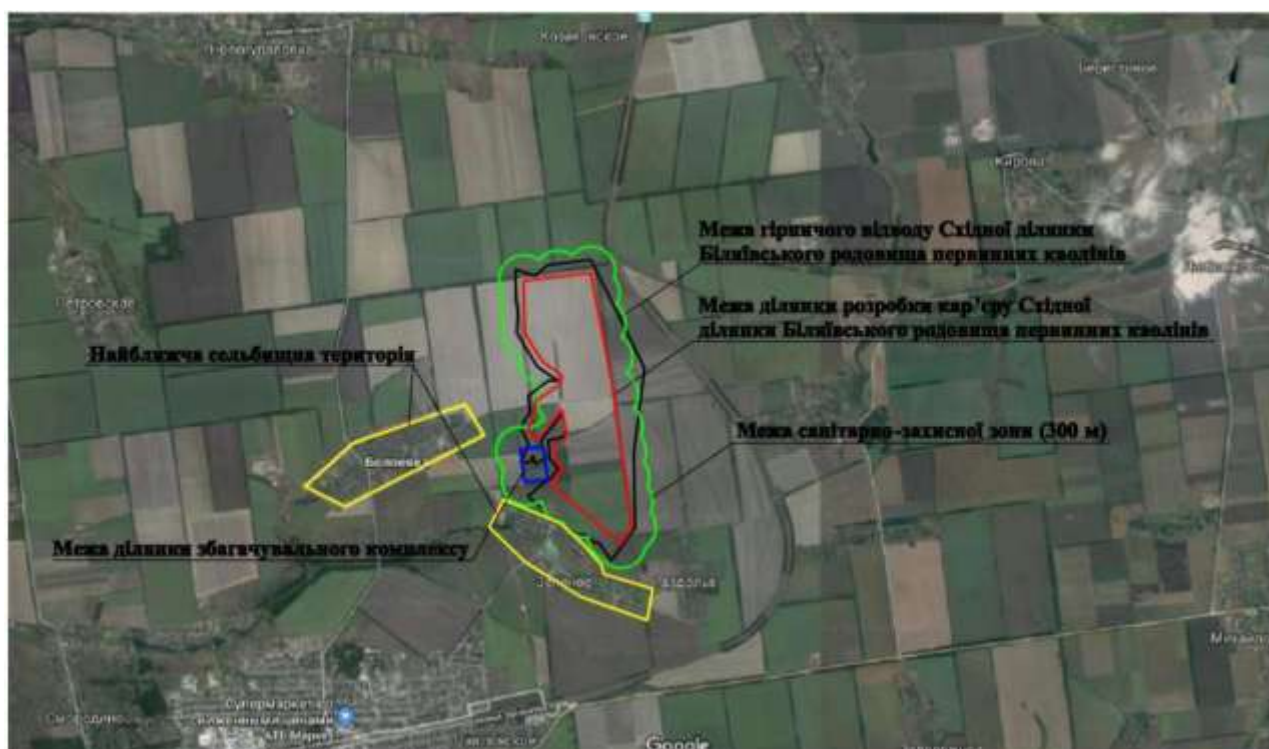


Рис.1 - Ситуаційна карта-схема розміщення об'єктів планової діяльності

Східна ділянка Біляївського родовища первинних каолінів має простягання з півдня на північ 3500 м та ширину до 1200 м. Поклад представлений двома типами каолінів – нормальним та лужним, вкритих кайнозойськими осадовими глинистими породами.

Абсолютні позначки покрівлі каолінів ділянки зменшуються в південному та південно-східному напрямках. Максимальні позначки (127,3-131,2 м) знаходяться в північній частині ділянки родовища. На інших частинах ділянки

родовища абсолютні позначки покрівлі знаходяться в межах 100-125 м і лише в окремих свердловинах вони зменшуються до 93-99 м. Біляївське родовище первинних каолінів розташоване в сільськогосподарському районі на орних землях.

У геоструктурному відношенні Біляївське родовище первинних каолінів приурочено до Мокромосковського гранітного масиву, що разом із гранітоїдними породами дніпровського комплексу складає в цьому районі антиклінальний блок. У геологічній будові родовища беруть участь наступні комплекси порід:

1. Архейські й нижньопротерозойські кристалічні утворення (AR-PR).
2. Мезозой-кайнозойські утворення (кора вивітрювання) – (MZ-KZ).
3. Кайнозойські відкладення – (KZ).

Згідно з геологічною будовою та умовами залягання водовмісних порід на території родовища виділяють два водоносних горизонти (комплекси):

1. Водоносний горизонт четвертинних відкладів.
2. Водоносний комплекс кори вивітрювання кристалічних порід та тріщинуватих гранітів.

Корисною копалиною на Східній ділянці Біляївського родовища є первинні каоліни мезозой-кайнозойського віку каолінітової (із польовими шпатами, що заміщені каолінітом) і каолініт-гідролудистої (лужні каоліни з польовими шпатами, що частково заміщені каолінітом і характеризуються підвищеним вмістом лужних хімічних елементів калію і натрію (вміст K_2O у піщаній фракції – не менше 3,0 %) зон, сформованих у корі вивітрювання кристалічних порід докембрію. Кора вивітрювання залишкового походження змішаного лінійно-плащового типу характеризується зональною будовою, невитриманою потужністю, відображає особливості будови материнської товщі, що представлена перешаруванням різко відмінних за складом і стійкістю до гіпергенезу порід. Кристалічні породи докембрію представлені дніпровськими ультраметаморфічними гранітами ранньоархейського віку та мокромосковського комплексу магматичних гранітів пізньоархейського віку.

Загальна середня потужність первинних каолінів Східної ділянки Біляївського родовища складає 16,1 м. Розкривні породи на родовищі представлені ґрунтово-рослинним шаром товщиною від 0,3 м до 1,0 м (середня 0,5 м), глинистими породами (суглинками четвертинного віку потужністю 7,0-23,3 м (середня 14,1 м), глинами червоно-бурого кольору пліоцен-нижньочетвертинного віку потужністю 0,5-29,5 м (середня 8,7 м), глинами сіро-зеленого кольору сарматського віку потужністю до 32,0 м (середня 7,6 м), пісками та пісковиками потужністю до 13,5 м (середня 0,4 м), некондиційними первинними каолінами мезо-кайнозною потужністю до 15,5 м (середня 0,5 м). Загальна потужність розкривних порід складає 14,8-63,2 м (середня 31,8 м). До порід внутрішнього розкриву віднесені некондиційні первинні каоліни потужністю більше 2,0 м. Підстеляючими породами є жорств'яна зона кори вивітрювання кристалічних порід, що фаціально заміщує зони первинних каолінів нормального і лужного типу, розкритою потужністю до 30,0 м. За

складністю геологічної будови Східна ділянка Біляївського родовища обґрунтовано віднесена до групи родовищ (ділянок) складної геологічної будови (2 група) згідно з Класифікацією запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр.

Згідно з геологічною будовою та умовами залягання водовмісних порід на території родовища виділяють два водоносних горизонти (комплекси): 1. Водоносний горизонт четвертинних відкладів. 2. Водоносний комплекс кори вивітрювання кристалічних порід та тріщинуватих гранітів. Встановлено гідродинамічний зв'язок між глибинними та залягаючими вище горизонтами.

Підземним водам притаманна висока мінералізація та підвищені вмісти хлоридів і сульфатів (див. додатки до [1]). В умовах розвантаження цих вод по зонах тріщинуватості та тектонічних порушеннях можливі сприятливі умови і для мобілізації елементів та сполук, зокрема з каолінів у лужному середовищі, і для подальшої акумуляції на геохімічних бар'єрах.

1.2. Геохімічні особливості ландшафту

За [2], Біляївське родовище та прилегла територія знаходиться в межах запорізько-гуляйпільських ландшафтів підзони південних різнотравно-типчакково-ковилових степів на малогумусних чорноземах на суглинкових і лесових відкладах. Ландшафти кальцієвого класу з природнім накопиченням купруму, цинку, кобальту та техногенним мангану, кобальту, барію, стронцію. Елементи виносу картуванням М 1 : 1 000 000 не встановлено.

Геоморфологічна позиція родовища сприяє активним процесам акумуляції–виносу речовини. Біляївське родовище каолінів розташоване на схилі вододільного плато, на правому березі р. Вільнянка, в її гирлі. Абсолютні позначки поверхні змінюються від 110 м (в долині річки) до 168 м на вододілі. Основним геоморфологічним елементом ділянки родовища є балка, в межах якої й проєктується майбутній кар'єр. Балка має субмеридіанальне простягання. Відкривається в долину річки Вільнянка. Абсолютні позначки тальвегу змінюються від 120 до 160 м. По балці в нижній її частині спостерігається постійний водотік. Річка Вільнянка обмежує родовище з півдня. Відстань від центра родовища до річки становить 1400-2000 м. Річка зарегульована в каскад ставків. Безпосередньо біля родовища є 6 ставків із загальною площею дзеркала води 2,7 км². Максимальна глибина ставка 2,7 м.

Витрати води в р. Вільнянка в меженний період змінюється від 2,5 л/с в гирлі до 22 л/с на греблі 6-го ставка. В паводковий період ці величини відповідно становлять 8,54 л/с та 70,46 л/с.

1.3. Особливості геохімічного фону за результатами попередніх моніторинрів території, прилеглої до родовища

За доступними нам узагальненими в додатках до [1] матеріалами, радіогеохімічні і частково літогеохімічні дослідження на родовищі проводились з початку 80-х рр ХХ ст. різними установами. Детально вивчено радіогеохімічні

особливості каолінів, вмісних порід, ґрунтів, поверхневих та підземних вод. Характерною рисою радіогеохімічного фону є підвищена інтегральна та альфа-активність та деякі інші показники. Тому виконавцями досліджень було рекомендовано постійний моніторинг радіохімічного стану вод і ґрунтів. В самих каолінах радіохімічні показники в цілому відповідали першому класу безпеки, з можливістю необмеженого застосування у будівництві та промисловості. Однак, виділялись й проби з аномальними значеннями, що підтверджує необхідність належного радіохімічного контролю. Детально радіохімічна специфіка подана у розділі 3.2.

Літогеохімічні дослідження каолінів в [1] представлені лише в Додатку 17, табл. 2, по 8 зразках з чотирьох свердловин, без вказання методик, але, очевидно, це валові вмісти. Глибини випробувань становили 15-28 м. Визначались арсен, барій, стронцій, плумбум, селен, кадмій, хром, стронцій без порівняння з референційними значеннями, по малій кількості свердловин. У пробах ґрунтів (Mo, Mn, Co, Cu, Zn, Cd, Pb, Hg) і вод (As, Pb, Ba, Se) часто визначались контрастні перевищення по низці важких металів. В умовах активного водообміну між підземними і поверхневими водами потрібно мати уявлення щодо сорбційних та іонообмінних властивостей каолінів та про джерела і ділянки можливого забруднення під час розробки родовища. В цілому даних для попередньої оцінки геохімічного фону недостатньо.

2. ФАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Фактичний матеріал

Проаналізовано проби каолінів з глибин від 24 до 70 м. Товщини прошарків каолінів становлять від 2,60 до 8,70 м (таблиця 2.1). зразки кернів представлені переважно «чистими» каолінами з незначними буруватими залізистими домішками у пробах 5, 8, 17, 29. Макроопису Замовником не надавалось.

Таблиця 2.1.1 Відомість проб каоліну та вмісних порід Біляївського родовища первинних каолінів

№ п/п	Свердловина (Св.) / № проби	Глибина, м	Дата опробування
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	11.05.2021
2	Св. Б 1 №. 13	45,3	05.2021
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0	11.05.2021
4	Св. Б 2 №. 12	35,0-38,0	10.05.2021
5	Св. Б 2 №. 13	38-40,2	10.05.2021
6	Св. Б 2 №. 14	40,2-43	10.05.2021
7	Св. Б 3 (№ 3/1)*	39,6-42,8	18.05.2021
8	Св. Б 3 (№ 3/2)*	49,5-52,4	18.05.2021
9	Св. Б 4 №. 11	31,0-34,5	9.05.2021
10	Св. Б 4 №. 12	34,5-38,0	9.05.2021
11	Св. Б 5 №. 17	46,5-49,5	12.05.2021
12	Св. 5 №. 18	49,5-52,0	12.05.2021
13	Св. Б 6 №. 15	42,2-43,6	18.05.2021

№ п/п	Свердловина (Св.) / № проби	Глибина, м	Дата опробування
14	Св. Б 6 № 16	43,6-47,2	18.05.2021
15	Св. Б 7 (№ 7/1)*	48,3-49,4	13.05.2021
16	Св. Б 7 (№ 7/2)*	49,4-53,0	13.05.2021
17	Св. Б 8 № 14	38,3-41,4	11.05.2021
18	Св. Б 8 № 15	41,4-43,4	11.05.2021
19	Св. Б 8 № 16	43,4-47,0	11.05.2021
20	Св. Б 9 № 15	40,9-44,5	13.05.2021
21	Св. Б 9 № 16	44,5-49,0	13.05.2021
22	Св. Б 10 (№ 10/1)*	29,1-32,1	16.05.2021
23	Св. Б 10 (№ 10/2)*	33,8-36,4	16.05.2021
24	Св. Б 11 (№ 11/1)*	40-43	16.05.2021
25	Св. Б 12 (№ 12/1)*	31,1-35,0	17.05.2021
26	Св. Б 12 (№ 12/2)*	35,0-40	17.05.2021
27	Св. Б 13 (№ 13/1)*	24-27	17.05.2021
28	Св. Б 14 № 10	29,1-33,0	08.05.2021
29	Св. Б 14 № 11	33,2-36,8	08.05.2021
30	Св. Б 15 № 14	40,0-42,0	9.05.2021
31	Св. Б 16 № 8	60,7-63,7	14.05.2021
32	Св. Б 16 № 10	66,7-70,0	14.05.2021

* Номери проб надані Виконавцем, оскільки вони не були наведені Замовником.

2.2 Програма досліджень

Програмою досліджень передбачено два етапи робіт:

- Лабораторні дослідження 32 проб каолінів та вміщуючих порід.
- Обробка та узагальнення результатів, підготовка звітних матеріалів.

Лабораторні дослідження включають такі види аналізів проб каоліну та вміщуючих порід:

– вимірювання у водних витяжках каолінів та вміщуючих порід мобільних форм Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn (спектрофотометричний та атомно-абсорбційний методи);

– вимірювання валових вмістів елементів (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Ta, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Be, La, Y, Yb, Th, As, Ba, Li, P) методом емісійного напівкількісного спектрального аналізу;

– гамма-спектрометрію;

– альфа-, бета-радіометрію.

Обробка й узагальнення результатів та оформлення звіту виконані співробітниками двох відділів ДУ «ІГНС НАН України»: спеціальної металогенії; радіогеохімії і лабораторії оцінки параметрів якості довкілля відділу «Науковий центр аналітичних випробувань стану параметрів довкілля».

Фактичний матеріал: проаналізовано проби каолінів: примітивні первинні каоліни, потужність прошарків від 2,60 до 8,70 м, глибини залягання до 70 м.

2.3. Методи досліджень

Емісійний напівкількісний спектральний аналіз виконано в лабораторії спектрального аналізу ІГМР НАН України на спектрографі ІСП-28.

Межі чутливості:

1-5 мг/кг (0,0001 %) – Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, Cu, Pb, Ag, Bi, Sn, Ge, Ga, Be, Sc, Nb, Y, Yb, B;

10 мг/кг (0,001 %) – Si, Al, Mg, Ca, Fe, W, Zr, Hf, Zn, Sb, Hg, Cd, La, Ba, Sr, Li, B, Au;

100 мг/кг (0,01 %) – Ta, Ce, P, Na, Th, As, Pd.

Вмісти рухливих форм мікроелементів.

Вибір екстрагента. Враховуючи Технічне завдання, специфіку проб, кількість матеріалу та терміни виконання роботи, було необхідно вибрати витяжку, яка буде інформативною щодо всіх елементів з відповідною розчинністю та міграційною здатністю. На основі попередніх досліджень перевагу було надано водним витяжкам.

Пробопідготовка і вимірювання. Мобільні форми металів (Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn) визначались у водних витяжках у співвідношеннях каолін-екстрагент від 1 до 10. Вимірювання проводилось на атомно-абсорбційному спектрофотометрі HG-8500 та спектрофотометрі DR – 2800. Відносна похибка вимірювань в межах 20 %.

Вимірювання альфа- та бета-активності.

Дослідженні проводились на бета-альфа-радіометрі з тимчасовою селекцією радіоактивних випромінювань "СУПУТНИК", призначеного для вимірювання радіоактивності по альфа- і бета-випромінюванню, а також для визначення концентрацій радію С і торію С методом реєстрації бета-альфа затриманих збігів в порошкових пробах (вагою до 20 г) гірських порід, які відбираються при металометричних зйомках та інших геохімічних дослідженнях.

Після вимірювання кількості імпульсів розраховується активність по альфа- і бета-випромінюванню проб, виражена в % масового еквіваленту урану в рівновазі, що також може бути перераховано у питому активність по еквіваленту урану. Величина фону детектора в нормальних умовах експлуатації приладу складає:

а) по α каналу не більше 0,2 імп. / хв.; б) по β -канали не більше 190 імп. / хв.; в) по каналу повільних з відпаданя (МС) не більше 5 імпульсів за 8 годин безперервної роботи;

г) по каналу швидких збігів (БС) не більше 1 імпульсу за годину безперервної роботи.

Ефективність реєстрації радіоактивного випромінювання в нормальних умовах становить: по α -каналу не менше 70 %, по β -каналу не менше 70 %.

Чутливість приладу в нормальних умовах випадках становить:

а) по урану в рівновазі (імп. / хв. на 1 % мас.-екв. урану в рівновазі): по α -каналу не менше 5100, по β -каналу не менше 60000, по каналу МС не менше 400;

б) по торію в рівновазі (імп. / хв. на 1 % мас.-екв. торію в рівновазі): по α -каналу не менше як 2000, по β -каналу не менше 10000, по каналу ВС не менше 60.

Гамма-спектрометричний аналіз каолінів виконано на спектрометрі гамма-випромінювання «АТОЛ-1 М» з блоком детектування АІ-1024, призначеному для реєстрації спектрів гамма-випромінювання і ідентифікації радіонуклідів; вимірювання активності радіонуклідів у різних речовинах у геометрії Марінеллі. Відносна похибка вимірювань в межах 20 %.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Літогеохімічні дослідження каолінів та вміщуючих порід

3.2.1. Валові вмісти елементів

Результати досліджень валових вмістів елементів наведено у таблицях 3.2.1 і 3.2 та у протоколах проб (Додаток 1).

У розподілах валових вмістів елементів по інтервалах випробування привертають увагу чіткі тренди на підвищення або зниження вмістів з глибиною, тобто близькістю до покриваючих чи підстеляючих глинистих, суглинкових, піскуватих порід. Каолінам із свердловин 1, 5, 16 притаманне переважаюче зниження вмістів більшості елементів з глибиною. Особливо чітко це видно у пробах із свердловини 16. В каолінах із свердловин 2, 6, 7, 12, 14 спостерігається зростання вмістів з глибиною. У каолінах із св. 4 приблизно рівна кількість елементів виявляє тренди і зростання, і спадання із глибиною. Спостерігається також акумуляція низки елементів у серединах інтервалів свердловин 2 (Ti, Zr), 8 (Ti, Zr, Ga, Sc, La, Cu, Pb) і 1 (Ba).

Описова статистика валових вмістів наведена в таблиці 3.2.2.

Оскільки нам не були доступні дані аналізів попередніх років на широкий набір елементів по каолінах Біляївського родовища, референційних значень для оцінки фону та його перевищень наразі не маємо. Вірогідно, результати наших вимірів будуть базовими для майбутніх моніторингів. В цілому, валовий склад відображає геохімічну спеціалізацію як самих каолінів, так і домішок вмісних порід. Загалом отримані вмісти не перевищують відомі дані для каолінів та інших глинистих порід з різних регіонів світу.

Таблиця 3.2.1. Валові вмісти елементів у каолінітах Біляївського родовища, мг/кг

№	Свердловина, керн	Інтервал, м	№ Св	Середина інтервалу, м	Потужність інтервалу, м	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Zr	Nb	Cu	Pb	Sn
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	1	35,45	2,90	200	8	800	20	30	500	5	30	100	3
2	Св. Б 1 №. 13	45,3		45,30	3,70	200	8	600	10	20	300	4	20	200	2
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0		47,15		100	6	500	8	50	200	3	50	100	1
4	Св. Б 2 №. 12	35,0-38,0	2	36,50	8,00	150	5	600	8	8	300	4	8	80	2
5	Св. Б 2 №. 13	38-40,2		39,10		300	6	800	10	30	400	4	30	100	3
6	Св. Б 2 №. 14	40,2-43		41,60		300	6	600	20	40	300	3	40	300	3
7	Св. Б 3 (№ 3/1)*	39,6-42,8	3	41,20	3,20	200	6	400	6	10	200	3	10	200	2
8	Св. Б 3 (№ 3/2)*	49,5-52,4	3	50,95	2,90	200	6	500	80	20	200	3	20	600	5
9	Св. Б 4 №. 11	31,0-34,5	4	32,75	7,00	150	8	600	50	300	200	3	300	50	0,5
10	Св. Б 4 №. 12	34,5-38,0		36,25		100	8	400	40	30	200	3	30	60	0,5
11	Св. Б 5 №. 17	46,5-49,5	5	48,00	5,50	250	20	400	20	40	200	4	40	200	3
12	Св. 5 №. 18	49,5-52,0		50,75		200	10	400	10	60	200	4	60	30	2
13	Св. Б 6 №. 15	42,2-43,6	6	42,90	5,00	250	6	400	6	10	200	3	10	80	1
14	Св. Б 6 №. 16	43,6-47,2		45,40		300	8	2000	80	10	1000	20	10	600	5
15	Св. Б 7 (№ 7/1)*	48,3-49,4	7	48,85	4,70	250	8	600	10	10	300	3	10	200	3
16	Св. Б 7 (№ 7/2)*	49,4-53,0		51,20		350	10	2000	80	60	1000	10	60	300	3
17	Св. Б 8 №. 14	38,3-41,4	8	39,85	8,70	200	6	400	10	10	100	4	10	200	2
18	Св. Б 8 №. 15	41,4-43,4		42,40		200	10	800	10	20	400	4	20	500	2
19	Св. Б 8 №. 16	43,4-47,0		45,20		200	6	500	6	10	200	3	10	200	1
20	Св. Б 9 №. 15	40,9-44,5	9	42,70	8,10	200	8	800	30	30	300	10	30	500	5
21	Св. Б 9 №. 16	44,5-49,0		46,75		200	8	800	10	20	500	10	20	300	2
22	Св. Б 10 (№ 10/1)*	29,1-32,1	10	30,60	3,00	250	6	600	10	10	300	4	10	300	2
23	Св. Б 10 (№ 10/2)*	33,8-36,4	10	35,10	2,60	300	8	600	10	50	400	5	50	400	2
24	Св. Б 11 (№ 11/1)*	40-43	11	41,50	3,00	250	10	500	30	40	200	4	40	300	2

№	Свердловина, керн	Інтервал, м	№ Св	Середина інтервалу, м	Потужність інтервалу, м	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Zr	Nb	Cu	Pb	Sn
25	Св. Б 12 (№ 12/1)*	31,1-35,0	12	33,05	8,90	100	6	450	6	20	100	4	20	200	2
26	Св. Б 12 (№ 12/2)*	35,0-40		37,50		300	8	450	8	20	100	5	20	500	3
27	Св. Б 13 (№ 13/1)*	24-27	13	25,50	3,00	300	20	3000	100	50	800	10	50	500	2
28	Св. Б 14 № 10	29,1-33,0	14	31,05	7,70	200	6	450	10	10	500	5	10	500	1
29	Св. Б 14 № 11	33,2-36,8		35,00		350	8	500	3	30	200	10	30	600	2
30	Св. Б 15 № 14	40,0-42,0	15	41,00	2,00	200	6	400	6	8	200	4	8	100	2
31	Св. Б 16 № 8	60,7-63,7	16	62,20	3,00	100	10	1000	10	10	200	5	10	600	4
32	Св. Б 16 № 10	66,7-70,0	16	68,35	3,30	80	6	600	10	8	200	6	8	200	3

Примітка. Жовтим позначено проби з одиничних або несучільних інтервалів. Сірим виділено проби кернів з одної свердловини. Персиковим – вмісти зростають з глибиною, синім – вмісти зменшуються з глибиною.

Таблиця 3.2.1. Продовження

№	Свердловина, керн	Інтервал, м	№ Св	Середина інтервалу, м	Товщина інтервалу, м	Ga	Be	Sc	La	Y	Yb	Ba	Li	P
				h_mn	h_int									
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	1	35,45	2,90	60	1	30	80	30	3	2000	30	1000
2	Св. Б 1 №. 13	45,3		45,30	3,70	60	0,5	10	50	20	2	3000	30	800
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0		47,15		30	0,5	10	20	20	2	800	20	500
4	Св. Б 2 №. 12	35,0-38,0	2	36,50	8,00	40	0,5	10	20	30	3	1000	10	500
5	Св. Б 2 №. 13	38-40,2		39,10		60	0,5	20	20	30	4	3000	20	800
6	Св. Б 2 №. 14	40,2-43		41,60		50	1	20	80	30	2	1000	20	800
7	Св. Б 3 (№ 3/1)*	39,6-42,8	3	41,20	3,20	50	0,5	10	10	30	2	100	30	800
8	Св. Б 3 (№ 3/2)*	49,5-52,4	3	50,95	2,90	60	0,5	10	10	30	2	200	30	800
9	Св. Б 4 №. 11	31,0-34,5	4	32,75	7,00	30	0,5	10	10	6	0,5	600	20	600

№	Свердловина, керн	Інтервал, м	№ Св	Середина інтервалу, м	Товщина інтервалу, м	Ga	Be	Sc	La	Y	Yb	Ba	Li	P
10	Св. Б 4 № 12	34,5-38,0		36,25		40	0,5	10	10	6	0,5	1000	30	800
11	Св. Б 5 № 17	46,5-49,5	5	48,00	5,50	40	0,5	8	5	10	1	800	30	800
12	Св. Б 5 № 18	49,5-52,0		50,75		50	0,5	8	5	20	1	200	30	500
13	Св. Б 6 № 15	42,2-43,6	6	42,90	5,00	30	0,5	8	5	20	1	500	30	800
14	Св. Б 6 № 16	43,6-47,2		45,40		40	0,5	40	100	50	5	500	30	1000
15	Св. Б 7 (№ 7/1)*	48,3-49,4	7	48,85	4,70	40	0,75	10	30	30	2	600	50	1000
16	Св. Б 7 (№ 7/2)*	49,4-53,0		51,20		40	0,75	30	100	60	4	2000	30	1000
17	Св. Б 8 № 14	38,3-41,4	8	39,85	8,70	50	0,5	10	5	10	2	800	50	800
18	Св. Б 8 № 15	41,4-43,4		42,40		60	0,75	60	40	20	1	2000	30	800
19	Св. Б 8 № 16	43,4-47,0		45,20		40	0,5	8	20	10	1	800	20	800
20	Св. Б 9 № 15	40,9-44,5	9	42,70	8,10	60	0,5	10	50	30	3	800	30	1000
21	Св. Б 9 № 16	44,5-49,0		46,75		40	0,5	30	80	30	3	600	20	600
22	Св. Б 10 (№ 10/1)*	29,1-32,1	10	30,60	3,00	60	0,75	30	5	10	1	500	30	600
23	Св. Б 10 (№ 10/2)*	33,8-36,4	10	35,10	2,60	60		30	20	20	2	3000	30	800
24	Св. Б 11 (№ 11/1)*	40-43	11	41,50	3,00	50	0,5	10	20	20	2	1000	30	800
25	Св. Б 12 (№ 12/1)*	31,1-35,0	12	33,05	8,90	50	0,5	8	5	8	1	1000	40	800
26	Св. Б 12 (№ 12/2)*	35,0-40		37,50		60	0,5	6	5	8	1	100	40	800
27	Св. Б 13 (№ 13/1)*	24-27	13	25,50	3,00	40	1	60	5	40	3	100	50	1000
28	Св. Б 14 № 10	29,1-33,0	14	31,05	7,70	50	1	20	40	40	3	1000	30	800
29	Св. Б 14 № 11	33,2-36,8		35,00		60	0,5	6	20	10	2	1000	50	500
30	Св. Б 15 № 14	40,0-42,0	15	41,00	2,00	40	0,5	6	20	10	1	400	20	600
31	Св. Б 16 № 8	60,7-63,7	16	62,20	3,00	60	2	20	40	20	2	1000	50	50
32	Св. Б 16 № 10	66,7-70,0	16	68,35	3,30	30	2	10	30	10	1	800	20	50

Примітка. Жовтим позначено проби з одиничних або несучільних інтервалів. Сірим виділено проби кернів з однієї свердловини. Персиковим – вмісти зростають з глибиною, синім – вмісти зменшуються з глибиною.

Таблиця 3.2.2 Описова статистика валових вмістів елементів

	Valid N	Медіана	Середнє	Довірчий інтервал -95 %	Довірчий інтервал +95 %	Мінімум	Максимум	Квартиль 25 %	Квартиль 75 %	Діапазон	Стандартне відхилення	Асиметрія	Екссес
Mn	32	200	217	190	243	80,0	350,0	200,0	275,0	270,0	73,6	-0,1	-0,6
Ni	32	8,0	8,0	6,9	9,4	5,0	20,0	6,0	8,0	15,0	3,4	2,7	7,7
Ti	32	600	733	529	936	400	3000	450	800	2600	564,3	2,9	8,9
V	32	10	23	13	32	3	100	8	25	97	26,3	1,9	2,4
Cr	32	20	34	15	52	8	300	10	40	292	51,3	4,8	25,3
Zr	32	200	325	243	407	100	1000	200	400	900	228,6	2,0	3,6
Nb	32	4,0	5,4	4,1	6,7	3,0	20,0	3,0	5,0	17,0	3,6	2,6	8,4
Cu	32	20	34	15	52	8	300	10	40	292	51,3	4,8	25,3
Pb	32	200	284	217	352	30	600	100	500	570	187,7	0,5	-1,1
Sn	32	2,0	2,4	2,0	2,8	0,5	5,0	2,0	3,0	4,5	1,2	0,8	0,6
Ga	32	50	48	44	52	30	60	40	60	30	10,7	-0,2	-1,3
Be	31	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	2,0	0,5	0,8	1,5	0,4	2,6	6,9
Sc	32	10	18	13	23	6	60	9	25	54	14,4	1,8	2,9
La	32	20	30	20	40	5	100	8	40	95	28,8	1,3	0,7
Y	32	20	22	18	27	6	60	10	30	54	13,2	0,9	0,8
Yb	32	2,0	2,0	1,6	2,4	0,5	5,0	1,0	3,0	4,5	1,1	0,8	0,4
Ba	32	800	1006	713	1300	100	3000	500	1000	2900	814,0	1,4	1,5
Li	32	30	31	27	34	10	50	20	30	40	10,5	0,6	0,0
P	32	800	728	643	813	50	1000	600	800	950	235,5	-1,5	2,6

3.2.2. Вмісти важких металів у водних витяжках

Вибір водної витяжки зумовлений як доброю гігроскопічністю каолініту, так і здатністю металів досить легко переходити у водну витяжку. Оскільки досліджені каолініти належать і до нормальних, і до лужних, водної витяжки досатньо для адекватного вилучення домішок без порушень структури породи. Результати визначень наведені в таблиці 3.2.3. підвищені вмісти заліза підтверджують домішку вмісних суглинків. По низці елементів прослідковуються тренди розподілу з глибиною. Майже у всіх досліджених інтервалах чітко видно зниження або збільшення кількості Fe з глибиною. Тенденцію до зменшення вмістів рухомих форм більшості елементів з глибиною видно у св. 4, 5 та 16. Описова статистика наведена в таблиці 3.2.4. В цілому результати аналізів свідчать про невисоку здатність сорбованих елементів до міграції.

Таблиця 3.2.3. Вмісти водорозчинних форм металів у каолінітах Біляївського родовища, мг/кг

№	Свердловина, керн	Інтервал, м	№ Св.	Середина інтервалу, м	Потужність інтервалу, м	Fe	Cr	Cu	Pb	Mn	Zn	Ni	Co
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	1	35,45	2,90	0,1	0,06	0,6	0,15	0,2	0,38	0,05	0,05
2	Св. Б 1 №. 13	45,3		45,30	3,70	0,2	0,01	0,1	0,15	0,27	0,12	0,15	0,05
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0		47,15		0,4	0,01	0,1	0,15	0,37	0,05	0,21	0,2
4	Св. Б 2 №. 12	35,0-38,0	2	36,50	8,00	0,1	0,02	0,6	0,15	0,22	0,3	0,22	0,12
5	Св. Б 2 №. 13	38-40,2		39,10		14,2	0,01	0,2	0,2	0,21	0,22	0,15	0,13
6	Св. Б 2 №. 14	40,2-43		41,60		0,1	0,04	1	0,2	0,19	0,05	0,05	0,05
7	Св. Б 3 (№ 3/1)*	39,6-42,8	3	41,20	3,20	0,1	0,06	0,1	0,3	0,14	0,05	0,05	0,1
8	Св. Б 3 (№ 3/2)*	49,5-52,4	3	50,95	2,90	9,2	0,04	0,1	0,15	0,51	5,6	0,05	0,05
9	Св. Б 4 №. 11	31,0-34,5	4	32,75	7,00	0,5	0,04	0,5	0,15	0,05	0,12	0,19	0,27
10	Св. Б 4 №. 12	34,5-38,0		36,25		0,1	0,01	0,6	0,15	0,05	0,5	0,11	0,05
11	Св. Б 5 №. 17	46,5-49,5	5	48,00	5,50	0,5	1,1	1,4	0,15	0,12	0,33	0,22	0,1
12	Св. Б 5 №. 18	49,5-52,0		50,75		0,1	0,02	1	0,15	0,1	0,12	0,2	0,05
13	Св. Б 6 №. 15	42,2-43,6	6	42,90	5,00	0,1	0,01	0,2	0,25	0,52	0,28	0,3	0,05
14	Св. Б 6 №. 16	43,6-47,2		45,40		0,4	0,08	1	0,25	0,45	0,1	0,2	0,18
15	Св. Б 7 (№ 7/1)*	48,3-49,4	7	48,85	4,70	0,4	0,09	1	0,24	0,1	0,16	0,25	0,05
16	Св. Б 7 (№ 7/2)*	49,4-53,0		51,20		0,8	0,05	0,6	0,22	0,55	0,1	0,05	0,05
17	Св. Б 8 №. 14	38,3-41,4	8	39,85	8,70	1,6	0,04	0,6	0,2	0,5	0,15	0,05	0,05
18	Св. Б 8 №. 15	41,4-43,4		42,40		0,3	0,05	1,3	0,15	0,05	0,12	0,05	0,05
19	Св. Б 8 №. 16	43,4-47,0		45,20		0,9	0,07	0,3	0,15	0,22	0,14	0,13	0,05
20	Св. Б 9 №. 15	40,9-44,5	9	42,70	8,10	0,3	0,06	1,1	0,15	0,1	0,12	0,15	0,05
21	Св. Б 9 №. 16	44,5-49,0		46,75		0,6	0,04	0,9	0,15	0,05	0,2	0,2	0,05
22	Св. Б 10 (№ 10/1)*	29,1-32,1	10	30,60	3,00	0,1	0,04	0,2	0,15	0,12	0,18	0,25	0,05
23	Св. Б 10 (№ 10/2)*	33,8-36,4	10	35,10	2,60	0,2	0,05	1,2	0,15	0,19	0,2	0,14	0,05
24	Св. Б 11 (№ 11/1)*	40-43	11	41,50	3,00	0,3	0,01	1	0,15	0,1	0,12	0,32	0,05

25	Св. Б 12 (№ 12/1)*	31,1-35,0	12	33,05	8,90	0,2	0,13	0,8	0,15	0,16	0,1	0,05	0,1
26	Св. Б 12 (№ 12/2)*	35,0-40		37,50		0,1	0,01	0,6	0,15	0,28	0,16	0,05	0,05
27	Св. Б 13 (№ 13/1)*	24-27	13	25,50	3,00	0,3	0,15	1,2	0,15	0,14	0,12	0,05	0,05
28	Св. Б 14 № 10	29,1-33,0	14	31,05	7,70	0,9	0,11	0,7	0,15	0,14	0,05	0,05	0,1
29	Св. Б 14 № 11	33,2-36,8		35,00		7	0,07	0,4	0,2	0,17	0,05	0,14	0,1
30	Св. Б 15 № 14	40,0-42,0	15	41,00	2,00	0,5	0,03	0,4	0,3	0,05	0,05	0,22	0,05
31	Св. Б 16 № 8	60,7-63,7	16	62,20	3,00	0,4	0,07	1	0,2	0,12	0,05	0,24	0,05
32	Св. Б 16 № 10	66,7-70,0	16	68,35	3,30	0,1	0,01	0,7	0,15	0,05	0,11	0,25	0,05

Примітка. Жовтим позначено проби з одиничних або несучільних інтервалів. Сірим виділено проби кернів з одної свердловини. Персиковим – вмісти зростають з глибиною, синім – вмісти зменшуються з глибиною.

Таблиця 3.2.4. Описова статистика водорозчинних форм важких металів

	N	Медіана	Середнє	Довірчий інтервал - 95%	Довірчий інтервал +95%	Мінімум	Максимум	Квартиль 25%	Квартиль 75%	Діапазон	Стандартне відхилення	Асиметрія	Ексцес
Fe	32	0,30	1,28	0,18	2,39	0,10	14,20	0,10	0,55	14,10	3,06	3,38	11,42
Cr	32	0,04	0,08	0,01	0,15	0,01	1,10	0,02	0,07	1,09	0,19	5,35	29,54
Cu	32	0,60	0,67	0,53	0,81	0,10	1,40	0,35	1,00	1,30	0,39	0,04	-1,09
Pb	32	0,15	0,18	0,16	0,19	0,15	0,30	0,15	0,20	0,15	0,05	1,52	1,38
Mn	32	0,15	0,20	0,15	0,26	0,05	0,55	0,10	0,25	0,50	0,15	1,17	0,28
Zn	32	0,12	0,33	-0,02	0,67	0,05	5,60	0,10	0,20	5,55	0,97	5,55	31,17
Ni	32	0,15	0,15	0,12	0,18	0,05	0,32	0,05	0,22	0,27	0,09	0,15	-1,22
Co	32	0,05	0,08	0,06	0,10	0,05	0,27	0,05	0,10	0,22	0,05	2,27	5,32

3.3. Дослідження радіоактивності каолінів та вміщуючих порід

3.3.1. Довідкова інформація

Примордіальні (первісні) радіонукліди, а також їх дочірні продукти розпаду, присутні в різних об'єктах навколишнього середовища з моменту утворення Землі. Примордіальні радіонукліди поділені на дві групи: радіонукліди урано-радієвих (урану-238 і урану-235) і торієвого (торію-232) рядів і радіонукліди, що знаходяться поза цими сімействами. В першу групу входить 45 радіонуклідів – продуктів розпаду урану і торію; у другу – 42 радіоактивних ізотопи 32 хімічних елементів, не пов'язаних з радіоактивними сімействами. Радіоактивні елементи широко поширені у природі. У табл. 3.3.1. наведено вмісти радіокалію, урану і торію у земній корі [3].

Таблиця 3.3.1. Вміст радіонуклідів у земній корі

Хімічний елемент	Радіонуклід	Питома частка в природній суміші елементу, %	Маса радіонукліду в 1 т земної кори, г	Активність радіонукліду в 1 т земної кори, Бк	Період напіврозпаду, роки
Калій	^{40}K	$1,2 \cdot 10^{-2}$	3,1	$8,23 \text{ E}5$	$1,25 \text{ E}9$
Торій	^{232}Th	100	8	$3,26 \text{ E}4$	$3,2 \text{ E}10$
Уран	^{235}U	0,71	0,0218	$1,74 \text{ E}3$	$8,72 \text{ E}17$
	^{238}U	99,28	3,0	$3,73 \text{ E}4$	$1,2 \text{ E}20$

Природний **калій** складається з трьох ізотопів: двох стабільних – ^{39}K (93,08 %) і ^{41}K (6,91 %) і одного радіоактивного – ^{40}K (0,012 %). Відомо дев'ять радіоактивних ізотопів калію. ^{40}K , або радіокалій, є, поряд з ураном і торієм, одним з основних природних радіонуклідів, які в розсіяному стані містяться у всіх природних утвореннях.

Природний **уран** – це суміш трьох ізотопів з атомними масами 234, 235 та 238. Два останні у процесі розпаду утворюють сімейства радіонуклідів. Оскільки питомий вміст урану-235 і його внесок у формування радіоактивного фону вкрай малі порівняно до урану-238, він не розглядається при радіологічних дослідженнях природної радіоактивності.

Природними джерелами **гамма-випромінювання** є радіонукліди рядів урану-238 і торію-232, продукти їх розпаду і калій-40, розсіяні в поверхневому шарі ґрунту.

Для торієвого ряду основними джерелами гамма-випромінювання є ^{228}Th і ^{228}Ac , а для уранового ряду – ^{214}Pb і ^{214}Bi [4].

У табл. 3.2.2. наведені середньосвітові концентрації активності калію-40, урану-238 і торію-232 в ґрунті [5].

Таблиця 3.2.2. Середні питомі активності радіонуклідів у ґрунті

Радіонуклід	Середня питома активність, Бк/кг
⁴⁰ K	400
²³² Th	33
²³⁸ U	30

3.3.2. Результати гамма-спектрометричних аналізів проб каолінів

За результатами гамма-спектрометричних аналізів на спектрометрі «Атол-1 М» в пробах виміряні питомі активності радіокалію, актинію-228, торію-232, вісмуту-214 та радію-226.

В таблиці 3.3.3 наведені результати гамма-спектрометричних вимірювань всіх проб та результати їх статистичної обробки: середні значення питомих активностей радіонуклідів для кожної свердловини; 0, 1, 2, 3 та 4 квантили рядів вимірювань по радіонуклідам (мінімум, нижня межа однорідності, середнє, верхня межа однорідності, максимум – по кожному з рядів вимірювань питомої активності радіонуклідів).

В таблиці 3.3.4. наведені усереднені результати по свердловинам; виділені показники, які виходять за межі однорідності показників.

В таблицях 3.2.3. і 3.3.4. визначені питомі активності радіонуклідів урано-радієвого та торієвого сімейств (як суми питомих активностей вісмуту і радію та актинію і торію, відповідно), а також сумарна гамма-активність проб.

Таблиця 3.3.3. Результати гамма-спектрометричних вимірювань проб каолінів

№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Активність, Бк/кг							
				K40	Bi214	Ra226	Сімейство урану	Th232	Ac228	Сімейство торію	Сумарна активність
1	Б1	10	34,0-36,9	758,0	412,0	108,4	520,4	192,2	0,0	192,2	712,6
2		13	45,3	1616,0	260,0	81,8	341,8	74,6	159,4	234,0	575,8
3		14	45,3-49,0	1265,8	34,1	78,1	112,2	91,4	160,2	251,6	363,8
		<i>Середнє</i>		1213,3	235,4	89,4	324,8	119,4	106,5	225,9	550,7
4	Б2	12	35,0-38,0	1116,0	274,0	81,0	355,0	65,8	410,0	475,8	830,8
5		13	38,0-40,2	1502,0	238,0	77,2	315,2	64,4	81,2	145,6	460,8
6		14	40,2-43,0	1386,0	292,0	103,2	395,2	102,0	0,0	102,0	497,2
		<i>Середнє</i>		1334,7	268,0	87,1	355,1	77,4	163,7	241,1	596,3
7	Б3	3/1*	39,6-42,8	408,0	270,0	87,2	357,2	84,2	139,2	223,4	580,6
8		3/2*	49,5-52,4	1074,0	314,0	81,0	395,0	78,0	0,0	78,0	473,0
		<i>Середнє</i>		741,0	292,0	84,1	376,1	81,1	69,6	150,7	526,8
9	Б4	11	31,0-34,5	1810,0	324,0	96,2	420,2	124,2	256,0	380,2	800,4
10		12	34,5-38,0	1164,0	183,8	58,4	242,2	34,6	62,0	96,6	338,8
		<i>Середнє</i>		1487,0	253,9	77,3	331,2	79,4	159,0	238,4	569,6
11	Б5	17	46,5-49,5	730,0	150,0	96,6	246,6	68,8	840,0	908,8	1155,4
12		18	49,5-52,0	236,8	262,5	70,3	332,8	67,5	762,5	830,0	1162,8
		<i>Середнє</i>		483,4	206,3	83,4	289,7	68,2	801,3	869,4	1159,1
13	Б6	15	42,2-43,6	892,0	306,0	78,6	384,6	77,8	826,0	903,8	1288,4
14		16	43,6-47,2	292,0	1264,0	419,6	1683,6	443,6	0,0	443,6	2127,2
		<i>Середнє</i>		592,0	785,0	249,1	1034,1	260,7	413,0	673,7	1707,8
15	Б7	7/1*	48,3-49,4	1086,0	506,0	99,0	605,0	185,6	0,0	185,6	790,6
16		7/2*	49,4-53,0	610,0	822,5	233,5	1056,0	266,0	0,0	266,0	1322,0
		<i>Середнє</i>		848,0	664,3	166,3	830,5	225,8	0,0	225,8	1056,3

№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Активність, Бк/кг							
				K40	Bi214	Ra226	Сімейство урану	Th232	Ac228	Сімейство торію	Сумарна активність
17	Б8	14	38,3-41,4	722,0	232,0	84,8	316,8	33,6	93,6	127,2	444,0
18		15	41,4-43,4	1574,0	336,0	127,0	463,0	70,0	656,0	726,0	1189,0
19		16	43,4-47,0	1148,0	164,0	59,4	223,4	49,2	0,0	49,2	272,6
<i>Середнє</i>				1148,0	244,0	90,4	334,4	50,9	249,9	300,8	635,2
20	Б9	15	40,9-44,5	846,0	382,0	154,6	536,6	114,2	996,0	1110,2	1646,8
21		16	44,5-49,0	850,0	537,5	207,5	745,0	191,3	1927,5	2118,8	2863,8
<i>Середнє</i>				848,0	459,8	181,1	640,8	152,7	1461,8	1614,5	2255,3
22	Б10	10/1*	29,1-32,1	490,0	180,0	59,5	239,5	23,0	0,0	23,0	262,5
23		10/2*	33,8-36,4	1376,3	302,5	104,8	407,3	83,5	0,0	83,5	490,8
<i>Середнє</i>				933,1	241,3	82,1	323,4	53,3	0,0	53,3	376,6
24	Б11	11/1*	40,0-43,0	1656,0	270,0	104,0	374,0	69,6	876,0	945,6	1319,6
25	Б12	12/1	31,1-35,0	1332,5	150,0	39,0	189,0	87,8	133,3	221,0	410,0
26		12/2	35,0-40,0	200,3	262,5	69,5	332,0	115,5	1287,5	1403,0	1735,0
<i>Середнє</i>				1062,9	227,5	70,8	298,3	91,0	765,6	856,5	1154,9
27	Б13	13/1*	24,0-27,0	0,0	1025,0	457,5	1482,5	53,8	0,0	53,8	1536,3
28	Б14	10	29,1-33,0	1502,5	322,5	99,8	422,3	101,0	0,0	101,0	523,3
29		11	33,2-36,8	1684,0	386,0	118,8	504,8	109,4	1116,0	1225,4	1730,2
<i>Середнє</i>				1593,3	354,3	109,3	463,5	105,2	558,0	663,2	1126,7
30	Б15	14	40,0-42,0	1114,0	187,8	60,2	248,0	41,8	0,0	41,8	289,8
31	Б16	8	60,7-63,7	760,0	430,0	121,8	551,8	53,3	0,0	53,3	605,0
32		10	66,7-70,0	994,0	510,0	189,8	699,8	65,2	137,0	202,2	902,0
<i>Середнє</i>				877,0	470,0	155,8	625,8	59,2	68,5	127,7	753,5
Середнє арифметичне				1006,1	362,2	122,1	484,3	102,6	341,2	443,8	928,1
Мінімум				0,0	34,1	39,0	112,2	23,0	0,0	23,0	262,5
Квартиль 1 (25%)				728,0	236,5	77,9	316,4	65,0	0,0	99,9	470,0
Медіана				1080,0	297,3	96,4	389,8	77,9	113,4	222,2	751,6
Квартиль 3 (75%)				1378,7	392,5	119,5	524,5	110,6	682,6	752,0	1296,2
Максимум				1810,0	1264,0	457,5	1683,6	443,6	1927,5	2118,8	2863,8

Bi214	Радіонукліди сімейства урану-238
Ra226	
Th232	Радіонукліди сімейства торію-232
Ac228	

Таблиця 3.3.4. Результати гамма-спектрометричних вимірювань проб каолінів

№ свердловини	Активність, Бк/кг							
	K40	Bi214	Ra226	Сімейство урану	Th232	Ac228	Сімейство торію	Сумарна активність
Б1	1213,3	235,4	89,4	324,8	119,4	106,5	225,9	550,7
Б2	1334,7	268,0	87,1	355,1	77,4	163,7	241,1	596,3
Б3	741,0	292,0	84,1	376,1	81,1	69,6	150,7	526,8
Б4	1487,0	253,9	77,3	331,2	79,4	159,0	238,4	569,6
Б5	483,4	206,3	83,4	289,7	68,2	801,3	869,4	1159,1
Б6	592,0	785,0	249,1	1034,1	260,7	413,0	673,7	1707,8
Б7	848,0	664,3	166,3	830,5	225,8	0,0	225,8	1056,3
Б8	1148,0	244,0	90,4	334,4	50,9	249,9	300,8	635,2

№ свердловини	Активність, Бк/кг							
	К40	Bi214	Ra226	Сімейство урану	Th232	Ac228	Сімейство торію	Сумарна активність
<i>Б9</i>	848,0	459,8	181,1	640,8	152,7	1461,8	1614,5	2255,3
<i>Б10</i>	933,1	241,3	82,1	323,4	53,3	0,0	53,3	376,6
<i>Б11</i>	1656,0	270,0	104,0	374,0	69,6	876,0	945,6	1319,6
<i>Б12</i>	1062,9	227,5	70,8	298,3	91,0	765,6	856,5	1154,9
<i>Б13</i>	0,0	1025,0	457,5	1482,5	53,8	0,0	53,8	1536,3
<i>Б14</i>	1593,3	354,3	109,3	463,5	105,2	558,0	663,2	1126,7
<i>Б15</i>	1114,0	187,8	60,2	248,0	41,8	0,0	41,8	289,8
<i>Б16</i>	877,0	470,0	155,8	625,8	59,2	68,5	127,7	753,5
Середнє арифметичне	1006,1	362,2	122,1	484,3	102,6	341,2	443,8	928,1
Мінімум	0,0	34,1	39,0	112,2	23,0	0,0	23,0	262,5
Квартиль 1 (25%)	728,0	236,5	77,9	316,4	65,0	0,0	99,9	470,0
Медіана	1080,0	297,3	96,4	389,8	77,9	113,4	222,2	751,6
Квартиль 3 (75%)	1378,7	392,5	119,5	524,5	110,6	682,6	752,0	1296,2
Максимум	1810,0	1264,0	457,5	1683,6	443,6	1927,5	2118,8	2863,8

Менше, ніж значення першого квартилю ряду - нижньої межі однорідності показників
 Більше, ніж значення третього квартилю ряду - верхньої межі однорідності показників

Bi214	Радіонукліди сімейства урану-238
Ra226	
Th232	Радіонукліди сімейства торію-232
Ac228	

Калій-40.

Радіокалій виявлений в усіх пробах, крім однієї (свердловина № 13). Середня питома активність радіокалію у 2,5 рази вища за середні глобальні показники (табл. 3.2.2.), що типово для глинистих мінералів.

Активний-228.

Виявлений у більшості проб (19 з 32), у зв'язку з чим доцільне використання результатів вимірювання даного елемента для оцінки активності радіонуклідів сімейства торію. Середня активність складає 341 Бк/кг.

Торій-232.

Виявлений в усіх пробах, крім однієї. Середня активність торію складає 103 Бк/кг.

Сімейство торію.

Середня активність трансторієвих елементів складає 444 Бк/кг, що в 13,5 разів перевищує усереднені глобальні показники для осадових порід, а також – земної кори в цілому. Максимальне перевищення складає 64 рази. Екстремально високі показники в ряді виміряних результатів виявлені в свердловинах 6, 9, 11 та 13. В свердловинах 10 та 15 активності нижчі нижньої межі однорідності показників.

Радій-226.

Виявлений у всіх пробах. Може служити для оцінки вмісту радіонуклідів сімейства урану-238 у пробах. Середня активність складає 122 Бк/кг.

Вісмут-214.

Виявлений у всіх пробах. Може служити для оцінки вмісту радіонуклідів сімейства урану-238 у пробах. Середня активність складає 362 Бк/кг.

Сімейство урану.

Середня активність елементів урано-радієвого ряду складає 484 Бк/кг, максимальна – 1810 Бк/кг. Середня активність перевищує усереднені глобальні показники для земної кори – у 13 разів; максимальна, відповідно, – у 60 і 49 разів.

Екстремально високі показники в ряді вимірюваних результатів виявлені в свердловинах 5, 9, 11 та 12. В свердловинах 10, 13 та 15 активності нижчі нижньої межі однорідності показників.

Сумарна питома гамма-активність.

Середня сумарна питома активність гамма-випромінюючих радіонуклідів складає 929 Бк/кг, максимальна – 2864 Бк/кг.

Вищу за межу однорідності ряду середню сумарну активність зафіксовано у свердловинах 6, 9, 11 і 13, нижчу – у свердловинах 10 і 15.

Вища за глобальні показники усереднена активність трансуранових і трансторієвих радіонуклідів може свідчити про наявність в осадових породах території досліджуваного родовища проявів ураново-торієвої мінералізації.

3.3.3. Результати вимірювань альфа- та бета-випромінювання проб (приведеної до урану питомої активності)

За результатами радіометричних вимірювань інтенсивності випромінювання альфа- та бета-частинок (радіометр «Супутник») у пробах отримано % мас-еквівалентні вмісти та питомі активності приведені до урану (табл. 3.3.5 і 3.3.6).

Таблиця 3.3.5. Приведена до урану питома активність всіх проб каолінів за результатами вимірювання інтенсивності альфа- і бета-випромінювання

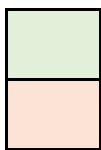
№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Активність, приведена до урану, Бк/кг					
				β , імп./хв.	α , імп./хв.	β , % мас-екв.	α , % мас-екв.	U, % мас-екв.	U, Бк/кг
1	Б1	10	34,0-36,9	44,6	6,7	7,43E-04	1,26E-03	2,01E-03	248,9
2		13	45,3	45,6	6,1	7,60E-04	1,15E-03	1,91E-03	237,0
3		14	45,3-49,0	33,7	8,3	5,62E-04	1,57E-03	2,13E-03	263,8
<i>Середнє</i>			41,3	7,0	6,88E-04	1,33E-03	2,02E-03	249,9	
4	Б2	12	35,0-38,0	37,5	5,9	6,25E-04	1,11E-03	1,74E-03	215,5
5		13	38,0-40,2	33,1	7,4	5,52E-04	1,40E-03	1,95E-03	241,5
6		14	40,2-43,0	36,6	7	6,10E-04	1,32E-03	1,93E-03	239,4
<i>Середнє</i>			35,7	6,8	5,96E-04	1,28E-03	1,87E-03	232,2	
7	Б3	3/1*	39,6-42,8	39,2	6,4	6,53E-04	1,21E-03	1,86E-03	230,7
8		3/2*	49,5-52,4	33,2	3,2	5,53E-04	6,04E-04	1,16E-03	143,5

№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Активність, приведена до урану, Бк/кг					
				β, імп./хв.	α, імп./хв.	β, % мас-екв.	α, % мас-екв.	U, % мас-екв.	U, Бк/кг
		<i>Середнє</i>		36,2	4,8	6,03E-04	9,06E-04	1,51E-03	187,1
9	Б4	11	31,0-34,5	51,4	6,9	8,57E-04	1,30E-03	2,16E-03	267,7
10		12	34,5-38,0	28,4	1,8	4,73E-04	3,40E-04	8,13E-04	100,8
		<i>Середнє</i>		39,9	4,4	6,65E-04	8,21E-04	1,49E-03	184,2
11	Б5	17	46,5-49,5	36,7	5,6	6,12E-04	1,06E-03	1,67E-03	206,9
12		18	49,5-52,0	29,2	4,6	4,87E-04	8,68E-04	1,35E-03	168,0
		<i>Середнє</i>		33,0	5,1	5,49E-04	9,62E-04	1,51E-03	187,4
13	Б6	15	42,2-43,6	33	7,8	5,50E-04	1,47E-03	2,02E-03	250,7
14		16	43,6-47,2	59	19,4	9,83E-04	3,66E-03	4,64E-03	575,8
		<i>Середнє</i>		46,0	13,6	7,67E-04	2,57E-03	3,33E-03	413,3
15	Б7	7/1*	48,3-49,4	30,3	6,6	5,05E-04	1,25E-03	1,75E-03	217,0
16		7/2*	49,4-53,0	32,5	6,1	5,42E-04	1,15E-03	1,69E-03	209,9
		<i>Середнє</i>		31,4	6,4	5,23E-04	1,20E-03	1,72E-03	213,5
17	Б8	14	38,3-41,4	32,1	3,9	5,35E-04	7,36E-04	1,27E-03	157,6
18		15	41,4-43,4	32,6	8	5,43E-04	1,51E-03	2,05E-03	254,5
19		16	43,4-47,0	34,9	5,2	5,82E-04	9,81E-04	1,56E-03	193,8
	<i>Середнє</i>		33,2	5,7	5,53E-04	1,08E-03	1,63E-03	202,0	
20	Б9	15	40,9-44,5	33,7	3,6	5,62E-04	6,79E-04	1,24E-03	153,9
21		16	44,5-49,0	41,4	13,2	6,90E-04	2,49E-03	3,18E-03	394,4
		<i>Середнє</i>		37,6	8,4	6,26E-04	1,58E-03	2,21E-03	274,1
22	Б10	10/1*	29,1-32,1	41,5	2	6,92E-04	3,77E-04	1,07E-03	132,6
23		10/2*	33,8-36,4	37,5	5,1	6,25E-04	9,62E-04	1,59E-03	196,8
		<i>Середнє</i>		39,5	3,6	6,58E-04	6,70E-04	1,33E-03	164,7
24	Б11	11/1*	40,0-43,0	44,7	4	7,45E-04	7,55E-04	1,50E-03	186,0
25	Б12	12/1	31,1-35,0	43,3	6	7,22E-04	1,13E-03	1,85E-03	229,9
26		12/2	35,0-40,0	44,4	7,4	7,40E-04	1,40E-03	2,14E-03	264,9
		<i>Середнє</i>		44,1	5,8	7,31E-04	1,26E-03	1,99E-03	247,4
27	Б13	13/1*	24,0-27,0	30,8	7,8	5,13E-04	1,47E-03	1,99E-03	246,1
28	Б14	10	29,1-33,0	41,8	8	6,97E-04	1,51E-03	2,21E-03	273,6
29		11	33,2-36,8	31,1	5,6	5,18E-04	1,06E-03	1,57E-03	195,3
		<i>Середнє</i>		36,5	6,8	6,08E-04	1,28E-03	1,89E-03	234,4
30	Б15	14	40,0-42,0	30,8	4,4	5,13E-04	8,30E-04	1,34E-03	166,6
31	Б16	8	60,7-63,7	43,4	8,8	7,23E-04	1,66E-03	2,38E-03	295,6
32		10	66,7-70,0	41,4	6,8	6,90E-04	1,28E-03	1,97E-03	244,7
		<i>Середнє</i>		42,4	7,8	7,07E-04	1,47E-03	2,18E-03	270,1
Середнє арифметичне				37,8	6,8	6,30E-04	1,29E-03	1,92E-03	237,7
Мінімум				29,2	2,0	4,87E-04	3,77E-04	1,07E-03	132,6
Квартиль 1 (25 %)				32,6	5,0	5,43E-04	9,39E-04	1,51E-03	187,1
Медіана				37,1	6,1	6,18E-04	1,17E-03	1,74E-03	215,2
Квартиль 3 (75 %)				42,0	7,8	6,99E-04	1,47E-03	2,07E-03	257,1
Максимум				59,0	19,4	9,83E-04	3,66E-03	4,64E-03	575,8

Таблиця 3.3.6. Приведена до урану питома активність проб каолінів, усереднена по свердловинам

№ свердловини	Активність, приведена до урану, Бк/кг
Б1	249,91
Б2	232,16

№ свердловини	Активність, приведена до урану, Бк/кг
Б3	187,12
Б4	184,23
Б5	187,42
Б6	413,26
Б7	213,46
Б8	201,97
Б9	274,13
Б10	164,69
Б11	185,96
Б12	247,38
Б13	246,14
Б14	234,42
Б15	166,60
Б16	270,12
Середнє арифметичне	237,67
Мінімум	132,56
Квартиль 1 (25 %)	187,05
Медіана	215,25
Квартиль 3 (75 %)	257,13
Максимум	575,82



Менше, ніж значення першого квартилю ряду - нижньої межі однорідності показників

Більше, ніж значення третього квартилю ряду - верхньої межі однорідності показників

Результати коливаються в межах 133...576 Бк/кг при середній активності 238 Бк/кг.

Середні показники в 6,4 рази вищі за усереднені для осадових порід земної кори, максимальні – у 15,6 рази.

У свердловинах 6, 9 і 16 виявлено приведену до урану активність вищу, ніж межа однорідності показників; у свердловинах 4, 10, 11 і 15 – нижчу.

В цілому результати узгоджуються з результатами гамма-спектротричних вимірювань. Ці результати засвідчують підвищені вмісти природних радіонуклідів урано-радієвого та торієвого рядів, а також – радіокалію. Також можна стверджувати, що на загальному фоні у сторону вищих показників питомої активності природних радіонуклідів виділяються свердловини 6 і 9, у сторону нижчих показників – 10 та 15.

3.3.4. Результати вимірювань інтегральної гамма-активності каолінів

Вимірювання інтегральної питомої активності радіометром FoodLight виконуються з метою встановлення техногенної складової радіоактивного забруднення (прилад калібрований на енергію випромінювання радіоцезію). Результати вимірювань наведені в табл. 3.3.7. і 3.3.8.

Таблиця 3.3.7. Інтегральна питома активність всіх проб, виміряна радіометром FoodLight

№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Інтегральна питома активність, Бк/кг
1	Б1	10	34,0-36,9	74
2		13	45,3	50
3		14	45,3-49,0	51
<i>Середнє</i>				58,3
4	Б2	12	35,0-38,0	35
5		13	38,0-40,2	47
6		14	40,2-43,0	48
<i>Середнє</i>				43,3
7	Б3	3/1*	39,6-42,8	34
8		3/2*	49,5-52,4	42
<i>Середнє</i>				38,0
9	Б4	11	31,0-34,5	54
10		12	34,5-38,0	19
<i>Середнє</i>				36,5
11	Б5	17	46,5-49,5	41
12		18	49,5-52,0	30
<i>Середнє</i>				35,5
13	Б6	15	42,2-43,6	40
14		16	43,6-47,2	170
<i>Середнє</i>				105,0
15	Б7	7/1*	48,3-49,4	70
16		7/2*	49,4-53,0	107
<i>Середнє</i>				88,5
17	Б8	14	38,3-41,4	25
18		15	41,4-43,4	44
19		16	43,4-47,0	28
<i>Середнє</i>				32,3
20	Б9	15	40,9-44,5	60
21		16	44,5-49,0	92
<i>Середнє</i>				76,0
22	Б10	10/1*	29,1-32,1	19
23		10/2*	33,8-36,4	48
<i>Середнє</i>				33,5
24	Б11	11/1*	40,0-43,0	44
25	Б12	12/1	31,1-35,0	38
26		12/2	35,0-40,0	40
<i>Середнє</i>				40,7
27	Б13	13/1*	24,0-27,0	83
28	Б14	10	29,1-33,0	50
29		11	33,2-36,8	51
<i>Середнє</i>				50,5
30	Б15	14	40,0-42,0	24
31	Б16	8	60,7-63,7	50
32		10	66,7-70,0	48
<i>Середнє</i>				49,0
Середнє арифметичне				54,7

№ п/п	№ свердловини	№ проби	Глибина відбору, м	Інтегральна питома активність, Бк/кг
Мінімум				19,0
Квартиль 1 (25 %)				36,3
Медіана				46,0
Квартиль 3 (75 %)				62,5
Максимум				170,0

Таблиця 3.3.8. Інтегральна питома активність проб каолінів по свердловинах

№ свердловини	Інтегральна питома активність, Бк/кг
<i>Б1</i>	58,3
<i>Б2</i>	43,3
<i>Б3</i>	38,0
<i>Б4</i>	36,5
<i>Б5</i>	35,5
<i>Б6</i>	105,0
<i>Б7</i>	88,5
<i>Б8</i>	32,3
<i>Б9</i>	76,0
<i>Б10</i>	33,5
<i>Б11</i>	44,0
<i>Б12</i>	40,7
<i>Б13</i>	83,0
<i>Б14</i>	50,5
<i>Б15</i>	24,0
<i>Б16</i>	49,0
Середнє арифметичне	54,7
Мінімум	19,0
Квартиль 1 (25 %)	36,3
Медіана	46,0
Квартиль 3 (75 %)	62,5
Максимум	170,0



Менше, ніж значення першого квартилю ряду – нижньої межі однорідності показників

Більше, ніж значення третього квартилю ряду – верхньої межі однорідності показників

В цілому, отримані результати показують низькі рівні гамма-активності, тобто відсутність техногенної складової радіоактивного забруднення, що закономірно, враховуючи глибину відбору проб.

3.3.5. Порівняння результатів радіологічних вимірювань каолінів з даними попередніх досліджень

Вихідні дані

У Звіті з ОВД [1] наведені наступні дані щодо радіаційного стану каолінів у надрах родовища, які можуть бути порівняні з отриманими результатами:

1. У 3.10 Радіаційний стан (стор. 102)

Радіаційний стан ділянки проектування та прилеглих територій.

В 1983 р. Ленінградський науково-дослідний інститут радіаційної гігієни провів дослідження порід Біляївського родовища каолінів на радіаційну активність. У висновку № 888 від 28 жовтня 1983 р. вказано, що у всіх різновидах порід родовища концентрації природних радіонуклідів незначно перевищують фонові, а їх використання не має обмежень за радіаційним фактором для всіх видів будівництва.

В Протоколі засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при Державній службі геології та надр України № 4019 від 27.07.2017 р. встановлено (п. 2.7), що сумарна питома активність природних радіонуклідів для каолінів нормального типу становить 314,3 Бк/кг, лужного типу – 355,2 Бк/кг, перекриваючих порід – 122,1-251,6 Бк/кг. Корисні копалини родовища відносяться до порід 1 класу радіоактивності з верхньою межею 370 Бк/кг та можуть використовуватись без обмежень.

Вимірювання вмісту радіонуклідів, що проведені ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України» (протокол № ІГЗ-2018-160 від 22 листопада 2018 р.) встановили, що в каолінах та вмшуючих породах Біляївського родовища каолінів ефективна питома активність природних радіонуклідів знаходиться в межах 98-114 Бк/кг, а в каолінах – 78-354 Бк/кг, що відповідає 1 класу радіоактивності (менше 370 Бк/кг), та сировина може використовуватися для усіх видів будівництва без обмежень.

Дослідження вмісту радіонуклідів, що проведені ТОВ «Центр радіоекологічного моніторингу» (м. Жовті Води, протокол № 845-С від 05 грудня 2018 р.) показали, що ефективна питома активність природних радіонуклідів знаходиться в межах 112-136 Бк/кг, а в каолінах – 155-235 Бк/кг, що відповідає 1 класу радіоактивності (менше 370 Бк/кг). Це також дозволяє використовувати гірські породи в якості будівельних матеріалів без обмежень.

2. на стор. 124:

Радіаційний стан ділянки проектування та прилеглих територій.

Вимірювання вмісту радіонуклідів, що проведені ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМН України» (протокол № ІГЗ-2018-160 від 22 листопада 2018 р.) встановили, що в каолінах та вмшуючих породах Біляївського родовища каолінів ефективна питома активність природних радіонуклідів знаходиться в межах 98-114 Бк/кг, а в каолінах – 78-354 Бк/кг, що відповідає 1 класу радіоактивності (менше 370 Бк/кг), та сировина може використовуватися для усіх видів будівництва без обмежень.

Дослідження вмісту радіонуклідів, що проведені ТОВ «Центр радіоекологічного моніторингу» (м. Жовті Води, протокол № 845-С від 05 грудня 2018 р.) показали, що ефективна питома активність природних радіонуклідів знаходиться в межах 112-136 Бк/кг, а в каолінах – 155-235 Бк/кг, що відповідає 1 класу радіоактивності (менше 370 Бк/кг). Це також дозволяє використовувати гірські породи в якості будівельних матеріалів без обмежень.

3. Додаток до звіту 15:

Протокол спектрометричних випробувань зразків гірських порід від 05.12.2018 № 845-С, виданий Випробувальною лабораторією ТОВ «Центр радіоекологічного моніторингу».

Коментар

1.

Ефективна питома активність природних радіонуклідів (ПРН) – це зважена сума питомих активностей природних радіонуклідів у відношенні до радію-226 (Наказ МОЗ України Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» від 02.02.2996 № 54 [6]).

Методика визначення даного показника була встановлена наказом МОЗ від 29 грудня 2007 р. № 883 Про затвердження методичних рекомендацій «Здійснення контролю за дотриманням радіаційно-гігієнічних параметрів у будівництві». Цей Наказ був скасований згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України від 6 серпня 2010 року N 660 [7].

У відповідності до даної методики, п. 2.1. Нормативи вмісту природних радіонуклідів в будівельних матеріалах:

«Радіоактивність будівельних матеріалів визначається по величині ефективної питомої активності природних радіонуклідів радію-226, торію-232 та калію-40 по формулі:

$$A_E = A_{Ra} + 1,31 A_{Th} + 0,085 A_K \text{ (Бк} \cdot \text{кг}^{-1}\text{)},$$

де 1,31 і 0,085 – зважуючі коефіцієнти для ^{232}Th та ^{40}K відповідно до ^{226}Ra ».

Таким чином, згідно результатів виконаних нами спектрометричних аналізів для усереднених показників питомих активностей торію-232, радію-226 та радіокалію отримуємо ефективну питому активність ПРН:

$$A_E = 122,1 + 1,31 \times 102,6 + 0,085 \times 1006,1 = 342,0 \text{ (Бк/кг)}$$

Для значень питомої активності верхньої межі однорідності показників (третій квартиль):

$$A_E = 119,5 + 1,31 \times 110,6 + 0,085 \times 1378,7 = 381,6 \text{ (Бк/кг)}$$

Для максимальних значень (четвертий квартиль):

$$A_E = 475,5 + 1,31 \times 443,6 + 0,085 \times 1810,0 = 1210,5 \text{ (Бк/кг)}$$

Згідно розділу 8.5 НРБУ-97 до I класу належать матеріали, ефективна питома активність яких не перевищує 370 Бк/кг, до II класу ≤ 740 Бк/кг, до III ≤ 1350 Бк/кг. Таким чином, окремі зразки каолінів можуть належати до радіоактивних матеріалів II класу, використання яких має бути обмежене.

2.

Згідно даних протоколу ТОВ «ЦРМ», вимірювання виконані на гамма-спектрометрі ORTEC. Кількість проб – 8, відібрані з 3 свердловин на глибинах від 10 до 32 м. Номенклатура свердловин і глибина відбору керну відрізняються від наданих Замовником робіт для аналізу в ДУ «ІГНС НАН України»; зокрема глибина відбору значно менша.

В табл. 3.2.9 наведені результати згаданих вимірювань за елементами: уран-228, радій-226, торій-232, калій-40 та результати обчислення ефективної питомої активності. В табл. 3.2.10 наведене порівняння усереднених результатів ТОВ «ЦРМ» і ДУ «ІГНС НАН України».

Таблиця 3.3.9. Результати гамма-спектрометричних аналізів ТОВ «ЦРМ»

Опис, № зразків, дата відбору	Контрольований параметр	Фактичне значення параметру, похибка вимірювання
6232 Сverdловина 259; h = 20 м 06.11.2018 р	ПА U-238	63±15
	ПА Ra-226	53,2±5,2
	ПА Th-232	43,0±6,9
	ПА K-40	48±10
	Ae	114
6232 Сverdловина 259; h=24,5 м 06.11.2018 р	ПА U-238	66±20
	ПА Ra-226	62,2±6,9
	ПА Th-232	58±11
	ПА K-40	187±36
	Ae	155
623^ Сverdловина 259; h=10 м 06.11.2018 р.	ПА U-238	26,3±6,9
	ПА Ra-226	18,1 ±2,4
	ПА Th-232	36.8±6,8
	ПА K-40	539±85
	Ae	112
6229 Сverdловина 511-б; h= 15 м 05.11.2018 р.	ПА U-238	40±13
	ПА Ra-226	21.9±3,2
	ПА Th-232	37,6±8,2
	ПА K-40	518±87
	Ae	115
6230 Сverdловина 511-б; h=28 м 05.11.2018 р.	ПА U-228	89±25
	ПА Ra-226	42.7±5,2
	ПА Th-232	86±15
	ПА K-40	940±151
	Ae	235
6231 Сverdловина 511-б; h= 10 м 05.11.2018 р.	ПА U-238	29,5±7,9
	ПА Ra-226	25,3 ±2,9
	ПА Th-232	33,9±6,2
	ПА K-40	497±79
	Ae	112
6237 Сverdловина 704; h =15 м 07.11.2018 р.	ПА U-238	50±14
	ПА Ra-226	33.3±4.4
	ПА Th-232	45±10
	ПА K-40	518±90
	Ae	136
6238 Сverdловина 704; h=32 м 07.11.2018 р.	ПА U-228	112±26
	ПА Ra-226	92,3 ±8,5
	ПА Th-232	85±12
	ПА K-40	256±45
	Ae	225
Усереднені значення	ПА U-228	59,5
	ПА Ra-226	43,6
	ПА Th-232	53,2
	ПА K-40	438,0
	Ae	150,5

Таблиця 3.3.10. Результати порівняння усереднених значень гамма-спектрометричних аналізів ТОВ «ЦРМ» і ДУ «ІГНС НАН України»

Нуклід / ефективна питома активність	Усереднені значення, Бк/кг		Кратність перевищення
	ТОВ «ЦРМ»	ДУ «ІГНС НАН України»	
U-228	59,5	237,8*	4,00
Ra-226	43,6	122,1	2,80
Th-232	53,2	102,6	1,93
K-40	438,0	1006,1	2,30
Ae	150,5	342,2	2,27

* – приведена питома активність за інтенсивністю альфа- і бета-випромінювання

Відмінності у результатах обґрунтовані наступним:

1. Порівнюються проби з різних свердловин.
2. Різна глибина відбору проб. Зростання активності природних радіонуклідів з глибиною – закономірне явище в умовах проявів ураново-торієвої мінералізації.
3. Різна апаратура та різні методика аналізів. Найбільшою мірою зазначене стосується вимірювання урану-238.

Висновки до розділу

1. Отримані результати вимірювань радіаційних показників природних радіонуклідів у пробах керну з досліджуваного родовища, відібраних у різних свердловинах на різній глибині, показують високу розбіжність. При цьому, усереднені значення питомих активностей елементів урано-радієвого та торієвого рядів суттєво перевищують середні глобальні показники для ґрунтів і земної кори в цілому. Зазначене може розглядатися як непряма ознака наявності певної уран-торієвої мінералізації. Проте, наявного фактичного матеріалу недостатньо для надійних висновків.

2. Отримані результати не суперечать даним звіту з ОВД щодо віднесення досліджуваних каолінів до І класу радіоактивних матеріалів за НРБУ-97 за ефективною питоною активністю. Проте, встановлено, що у окремих свердловинах, які досліджувалися, каоліни можуть належати до ІІ класу, оскільки активність природних радіонуклідів в них перевищує вищу межу однорідності показників і може розглядатися як екстремальна.

3. Коректність порівняння результатів досліджень з даними звіту з ОВД не є задовільною, оскільки надані для аналізу проби були відібрані з інших свердловин та на іншій (більшій) глибині, а також через відмінності в апаратурному забезпеченні та методиці вимірювань.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Вперше для території Біляївського родовища первинних каолінів у 32 зразках каолінів з 16 свердловин визначено:

– радіогеохімічні показники: 8 показників гамма-активності, та питому активність за інтенсивністю альфа- і бета-випромінювання.

– літогеохімічні показники: мобільні форми 8 елементів (Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ni, Pb, Zn) та валові вмісти 31 елемента (Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Hf, Nb, Ta, Cu, Pb, Ag, Sb, Bi, Zn, Cd, Sn, Ge, Ga, Be, La, Y, Yb, Th, As, Ba, Li, P).

Встановлені показники будуть основою для подальших моніторингових досліджень.

2. Суттєво деталізовано радіохімічні дані в цілому для родовища щодо класів безпеки каолінів. Раніше на підставі досліджень по обмеженій кількості свердловин каоліни однозначно відносили до I класу. Нашими дослідженнями встановлено, що не менше ніж у 15 % досліджених проб каоліни можуть належати до II класу, оскільки активність природних радіонуклідів в них перевищує вищу межу однорідності показників і може розглядатися як екстремальна.

3. Встановлено специфіку розподілу літогеохімічних та радіохімічних показників в каолінах за розрізом. Тренди змін концентрацій елементів та активностей радіонуклідів з глибиною слід використовувати як індикатори змін геохімічних умов – фонових та спричинених розробкою родовища.

4. В цілому незначні вмісти важких металів у водних витяжках з каолінів свідчать про достатню для стримання помірних кількостей забруднювачів сорбційну здатність каоліну. З іншого боку, у лужному середовищі та в умовах доброго промивного режиму можлива мобілізація елементів та їх перенос, найімовірніше з осажденням на тих же каолінах чи інших бар'єрних горизонтах. Передбачене схемами розробки родовища промивання сприятиме вказаній міграції елементів на незначні відстані.

Рекомендується:

1. До початку видобутку доцільним є більш поглиблене дослідження радіаційної ситуації осадових відкладів в межах родовища та прилеглої території.

2. Доцільно врахувати необхідність належного радіаційного моніторингу при плануванні екологічного моніторингу планованої діяльності.

3. Вперше отримані результати по вмісту важких металів, які можуть спричиняти потенційний ризик забруднення при порушеннях технологічного режиму відкритого способу видобутку та мокрого збагачення. Тому доцільними є спеціалізовані літогеохімічні дослідження каолінів і вмісних порід з метою уточнення природного фону по металах, що можуть бути потенційними забруднювачами.

4. Проектом розробки передбачено переміщення розкритих порід у зовнішній відвал, а промивних вод з відходами від збагачення – у шламонакопичувачі. Встановлену специфіку вмістів металів доцільно враховувати в розробці технологій доведення каолінів до потрібної кондиції. У проектній документації необхідно запропонувати виправдану технологію знешкодження відходів виробництва та рекультивації земель після завершення планованої діяльності.

5. Зважаючи на отримані результати радіологічних та літологічних досліджень, що за рядом показників відрізняються від проведених раніше або проведені вперше, відтак не включені до Звіту з ОВД, доцільним є їх врахування при оцінці впливу планованої діяльності на довкілля.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Звіт з ОВД «Розробка східної ділянки Біляївського родовища з метою видобування каолінів, будівництво гірничо-збагачувального комплексу продуктивністю 100 тис. т/рік, зміна цільового призначення земельних ділянок площею близько 95 га».
2. Ландшафтно-геохимическая карта Украины. М 1 : 100 000 000 / Под общ. ред. А.И. Зарицкого. – Киев, 1994.
3. *Булдаков Л. А.* Радиоактивные вещества и человек. – М.: Атомиздат, 1990. – 160 с.
4. *Коваленко Г.Д.* Радиоэкология Украины / 2-е изд., доп. и перераб. – Харьков: ИД «ИНЖЭКО», 2013. – 344 с.
5. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. – New York. – 2000. – p. 20–195
6. https://ips.ligazakon.net/document/view/re10832?ed=2005_02_02&an=268
7. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0660282-10#Text>

Додаток 1



МІНЕКОНОМІКИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ
ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ, СЕРТИФІКАЦІЇ
ТА ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ»
(ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»)

СЕРТИФІКАТ
визнання вимірювальних можливостей
CERTIFICATE
of measurement capabilities recognition

Від 16.07.2020 р.

№ ПТ – 249 / 20

Виданий ДЕРЖАВНИЙ УСТАНОВІ «ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ» (пр-т Академіка Палладіна, 34-А,
м. Київ, 03142) та засвідчує, що за результатами оцінювання (акт
від 16.07.2020) ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ» визнає
вимірювальні можливості лабораторії оцінки параметрів якості
довкілля, що наведені в додатку до цього сертифіката і є
невід'ємною його складовою частиною.

Сертифікат чинний до 15.07.2022 р.

Додаток: перелік вимірювальних можливостей.

Заступник генерального директора
з метрології, оцінки відповідності засобів
вимірювальної техніки та наукової діяльності

М.П.

Ю.В. Кузьменко

Додаток 2



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища
Національної академії наук України»
(ДУ «ІГНС НАН України»)

Код ЄДРПОУ 23521345

Україна, 03142,
м. Київ-142, пр. Палладіна, 34а
www.igns.gov.ua

Тел./Факс: +38-044-502-12-29;
e-mail: igns@nas.gov.ua

ПРОТОКОЛ № _____
проведення лабораторних радіаційних вимірювань

1. **Дата обстежень:** /4-11/ __червня__ 2021 р.
2. **Замовник:** Громадська організація «ВОЛЬТЕРРА» (ГО «ВОЛЬТЕРРА»)
3. **Об'єкт досліджень:** проби керну (каолін), відібрані на різній глибині в свердловинах на території Біляївського родовища у Запорізькій області.
4. **Використання земель:** орні землі сільгоспризначення.
5. **Мета робіт:** уточнення даних попередніх досліджень.
6. **Види вимірювань:** спектрометричні, радіометричні, хімічні аналізи проб керну
7. **Засоби виміральної техніки:**
 - Комплект іонетра універсального И-160МИ, св. про повірку № 36/487 чинне до «17» червня 2021 р.;
 - Спектрометр гамма-випромінювання АТОЛЛ-1М № 005, св. про повірку № 26-01/1179 чинне до «07» листопада 2021 р.;
 - Спектрофотометр Nach Lange DR-2800 № 1179151, св. про повірку № 37/1507 чинне до «13» червня 2021 р.;
 - Спектрофотометр атомно-абсорбційний HG-8500 № 01805, св. про повірку № 37/1508 чинне до «13» червня 2021 р.;
8. **Нормативна документація, у відповідності до якої проводяться виміри:** НРБУ-97 ДГН 6.6.1-6.5.001-98
9. **Керівник робіт:** _____ *Верховцев В.Г.* Верховцев В.Г.

10. Співробітники, які проводили вимірювання:

<i>[Signature]</i>	Шкапенко В.В.	<i>[Signature]</i>	Фоміна Т.В.
<i>[Signature]</i>	Бужук Л.О.	<i>[Signature]</i>	Кузенко С.В.
<i>[Signature]</i>	Чупринова С.Ф.	<i>[Signature]</i>	Мещеряков С.В.
<i>[Signature]</i>	Кулібаба В.М.	<i>[Signature]</i>	Ярошенко К.К.
<i>[Signature]</i>	Вашенко Н.М.		

РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ РАДІОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ
 Результати гамма-спектрометричних аналізів – питомі активності
 радіонуклідів, Бк/кг

Шифр проби	Нуклід	Активність, Бк/пробу	Активність, Бк/кг	Відносна похибка, %	m проби, кг
Скв. №Б1, пр. 10 глиб. 34,0-36,9 м	Bi214	206	412	22,6	0,5
	K40	379	758	8,1	0,5
	Th232	96,1	192,2	9,1	0,5
	Ra226	54,2	108,4	21,1	0,5
Скв. №Б1, пр. 13 глиб. 45,3 м	Ac228	79,7	159,4	12,8	0,5
	Bi214	130	260	4,2	0,5
	K40	808	1616	5,3	0,5
	Th232	37,3	74,6	17,1	0,5
	Ra226	40,9	81,8	24,2	0,5
Скв. №Б1, пр. 14 глиб. 45,3-49,0 м	Ac228	124	160,2	8,8	0,77424
	Bi214	26,4	34,1	45,2	0,77424
	K40	980	1265,8	4,5	0,77424
	Th232	70,8	91,4	10,4	0,77424
	Ra226	60,5	78,1	18,5	0,77424
Скв. №Б2, пр. 12 глиб. 35,0-38,0 м	Bi214	137	274	12,4	0,5
	Ac228	205	410	22,2	0,5
	K40	558	1116	6,2	0,5
	Th232	32,9	65,8	18,9	0,5
	Ra226	40,5	81	24,1	0,5
Скв. №Б2, пр. 13 глиб. 38,0-40,2 м	Ac228	40,6	81,2	18,8	0,5
	Bi214	119	238	8,7	0,5
	K40	751	1502	5,5	0,5
	Th232	32,2	64,4	19,3	0,5
	Ra226	38,6	77,2	25,1	0,5
Скв. №Б2, пр. 14 глиб. 40,2-43,0 м	Bi214	146	292	2,6	0,5
	K40	693	1386	6	0,5
	Th232	51	102	13,3	0,5
	Ra226	51,6	103,2	20,3	0,5
Скв. №Б3, пр. 3/1* глиб. 39,6-42,8 м	Bi214	135	270	3,9	0,5
	Ac228	69,6	139,2	13,3	0,5
	K40	204	408	12,8	0,5
	Th232	42,1	84,2	15,5	0,5
	Ra226	43,6	87,2	23,1	0,5
Скв. №Б3, пр. 3/2* глиб. 49,5-52,4 м	Bi214	157	314	7,2	0,5
	K40	537	1074	6,6	0,5
	Th232	39	78	16,5	0,5
	Ra226	40,5	81	24,6	0,5
Скв. №Б4, пр. 11 глиб. 31,0-34,5 м	Bi214	162	324	7,1	0,5
	Ac228	128	256	8,8	0,5
	K40	905	1810	4,8	0,5
	Th232	62,1	124,2	11,5	0,5
	Ra226	48,1	96,2	22,3	0,5
Скв. №Б4, пр. 12 глиб. 34,5-38,0 м	Bi214	91,9	183,8	11	0,5
	Ac228	31	62	25,6	0,5
	K40	582	1164	26,3	0,5
	Th232	17,3	34,6	32,8	0,5
	Ra226	29,2	58,4	30,9	0,5
Скв. №Б5, пр. 17 глиб. 46,5-49,5 м	Ac228	420	840	12,2	0,5
	Bi214	75	150	25,4	0,5

Шифр проби	Нуклід	Активність, Бк/пробу	Активність, Бк/кг	Відносна похибка, %	m проби, кг
	K40	365	730	8,7	0,5
	Th232	34,4	68,8	18,3	0,5
	Ra226	48,3	96,6	20,6	0,5
Скв. №Б5, пр. 18 глиб. 49,5-52,0 м	Bi214	105	262,5	9,8	0,4
	Ac228	305	762,5	17,1	0,4
	K40	94,7	236,75	24,4	0,4
	Th232	27	67,5	22,3	0,4
Скв. №Б6, пр. 15 глиб. 42,2-43,6 м	Ra226	28,1	70,25	33,2	0,4
	Bi214	153	306	7	0,5
	Ac228	413	826	13,5	0,5
	K40	446	892	8,2	0,5
Скв. №Б6, пр. 16 глиб. 43,6-47,2 м	Th232	38,9	77,8	16,5	0,5
	Ra226	39,3	78,6	25,2	0,5
	Bi214	632	1264	7,1	0,5
	K40	146	292	16,6	0,5
Скв. №Б7, пр. 7/2* глиб. 49,4-53,0 м	Th232	221,8	443,6	4,9	0,5
	Ra226	209,8	419,6	7,9	0,5
	Bi214	329	822,5	0,2	0,4
	K40	244	610	11,4	0,4
Скв. №Б7, пр. 7/1* глиб. 34,5-38,0 м	Th232	106,4	266	7,8	0,4
	Ra226	93,4	233,5	13,5	0,4
	Bi214	253	506	15,9	0,5
	K40	543	1086	7	0,5
Скв. №Б8, пр. 14 глиб. 38,3-41,4 м	Th232	92,8	185,6	8,6	0,5
	Ra226	49,5	99	23,4	0,5
	Bi214	116	232	8,9	0,5
	Ac228	46,8	93,6	18,8	0,5
	K40	361	722	8,8	0,5
Скв. №Б8, пр. 15 глиб. 41,4-43,4 м	Th232	16,8	33,6	33,7	0,5
	Ra226	42,4	84,8	21,9	0,5
	Bi214	168	336	6,6	0,5
	Ac228	328	656	15,5	0,5
	K40	787	1574	5,4	0,5
Скв. №Б8, пр. 16 глиб. 43,4-47,0 м	Th232	35	70	18	0,5
	Ra226	63,5	127	16,1	0,5
	Bi214	82	164	11,8	0,5
	K40	574	1148	6,9	0,5
Скв. №Б9, пр. 15 глиб. 40,9-44,5 м	Th232	24,6	49,2	24,2	0,5
	Ra226	29,7	59,4	31,3	0,5
	Bi214	191	382	10,9	0,5
	Ac228	498	996	11	0,5
	K40	423	846	8,1	0,5
Скв. №Б9, пр. 16 глиб. 44,5-49,0 м	Th232	57,1	114,2	12,2	0,5
	Ra226	77,3	154,6	14,4	0,5
	Bi214	215	537,5	12,6	0,4
	Ac228	771	1927,5	7,8	0,4
	K40	340	850	9,6	0,4
Скв. №Б10, пр. 10/1* глиб. 29,1-32,1 м	Th232	76,5	191,25	9,9	0,4
	Ra226	83	207,5	14,1	0,4
	Bi214	72	180	13,9	0,4
	K40	196	490	13,4	0,4

Шифр проби	Нуклід	Активність, Бк/пробу	Активність, Бк/кг	Відносна похибка, %	m проби, кг
	Th232	9,2	23	58,6	0,4
	Ra226	23,8	59,5	36,3	0,4
Скв. №Б10, пр. 10/2* глиб. 33,8-36,4 м	Bi214	121	302,5	8,5	0,4
	Th232	33,4	83,5	18,7	0,4
	Ra226	41,9	104,75	23,4	0,4
	K40	550,5	1376,25	9,1	0,4
Скв. №Б11, пр. 11/1* глиб. 40,0-43,0 м	Bi214	135	270	8,9	0,5
	Ac228	438	876	12,8	0,5
	K40	828	1656	5,1	0,5
	Th232	34,8	69,6	18,1	0,5
	Ra226	52	104	19,3	0,5
Скв. №Б12, пр. 12/1 глиб. 31,1-35,0 м	Bi214	60	150	17	0,4
	Ac228	53,3	133,25	16,8	0,4
	K40	533	1332,5	6,7	0,4
	Th232	35,1	87,75	18	0,4
	Ra226	15,6	39	59,9	0,4
Скв. №Б12, пр. 12/2 глиб. 35,0-40,0 м	Bi214	105	262,5	5,2	0,4
	Ac228	515	1287,5	11	0,4
	Th232	46,2	115,5	14,4	0,4
	Ra226	27,8	69,5	35,7	0,4
	K40	80,1	200,25	57,4	0,4
Скв. №Б13, пр. 13/1* глиб. 24,0-27,0 м	Bi214	410	1025	8,5	0,4
	Th232	21,5	53,75	27,1	0,4
	Ra226	183	457,5	6,5	0,4
Скв. №Б14, пр. 10 глиб. 29,1-33,0 м	Bi214	129	322,5	7,2	0,4
	K40	601	1502,5	6,5	0,4
	Th232	40,4	101	16	0,4
	Ra226	39,9	99,75	25	0,4
Скв. №Б14, пр. 11 глиб. 33,2-36,8 м	Bi214	193	386	8,4	0,5
	Ac228	558	1116	9,9	0,5
	K40	842	1684	5,1	0,5
	Th232	54,7	109,4	12,6	0,5
	Ra226	59,4	118,8	18,1	0,5
Скв. №Б15, пр. 14 глиб. 40,0-42,0 м	Bi214	93,9	187,8	12,5	0,5
	K40	557	1114	6,4	0,5
	Th232	20,9	41,8	27,8	0,5
	Ra226	30,1	60,2	30,5	0,5
Скв. №Б16, пр. 8 глиб. 60,7-63,7 м	Bi214	172	430	10,8	0,4
	K40	304	760	9,2	0,4
	Ra226	48,7	121,75	25,8	0,4
	Th232	21,3	53,25	27,4	0,4
Скв. №Б16, пр. 10 глиб. 66,7-70,0 м	Bi214	255	510	4,8	0,5
	Ac228	68,5	137	14,2	0,5
	K40	497	994	7	0,5
	Th232	32,6	65,2	19,1	0,5
	Ra226	94,9	189,8	11,3	0,5

Протокол склав:

В. Кос

/ *Драшенко Н. Н.* /

Результати лабораторних вимірювань проб каоліну та вмісних порід Біляївського родовища на радіометрі «Супутник».

№ п/п	Свердловина (Св.) № проби	Глибина м	Результати аналізів	
			β	α
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	44,6	6,7
2	Св. Б 1 №. 13	45,3	45,6	6,1
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0	33,7	8,3
4	Св. Б 2 №. 12	35,0-38,0	37,5	5,9
5	Св. Б 2 №. 13	38-40,2	33,1	7,4
6	Св. Б 2 №. 14	40,2-43	36,6	7,0
7	Св. Б 3 (№ 3/1)*	39,6-42,8	39,2	6,4
8	Св. Б 3 (№ 3/2)*	49,5-52,4	33,2	3,2
9	Св. Б 4 №. 11	31,0-34,5	51,4	6,9
10	Св. Б 4 №. 12	34,5-38,0	28,4	1,8
11	Св. Б 5 №. 17	46,5-49,5	36,7	5,6
12	Св. Б 5 №. 18	49,5-52,0	29,2	4,6
13	Св. Б 6 №. 15	42,2-43,6	33,0	7,8
14	Св. Б 6 №. 16	43,6-47,2	59,0	19,4
15	Св. Б 7 (№ 7/1)*	48,3-49,4	30,3	6,6
16	Св. Б 7 (№ 7/2)*	49,4-53,0	32,5	6,1
17	Св. Б 8 №. 14	38,3-41,4	32,1	3,9
18	Св. Б 8 №. 15	41,4-43,4	32,6	8,0
19	Св. Б 8 №. 16	43,4-47,0	34,9	5,2
20	Св. Б 9 №. 15	40,9-44,5	33,7	3,6
21	Св. Б 9 №. 16	44,5-49,0	41,4	13,2
22	Св. Б 10 (№ 10/1)*	29,1-32,1	41,5	2,0
23	Св. Б 10 (№ 10/2)*	33,8-36,4	37,5	5,1
24	Св. Б 11 (№ 11/1)*	40-43	44,7	4,0
25	Св. Б 12 (№ 12/1)*	31,1-35,0	43,3	6,0
26	Св. Б 12 (№ 12/2)*	35,0-40	44,4	7,4
27	Св. Б 13 (№ 13/1)*	24-27	30,8	7,8
28	Св. Б 14 №. 10	29,1-33,0	41,8	8,0
29	Св. Б 14 №. 11	33,2-36,8	31,1	5,6
30	Св. Б 15 №. 14	40,0-42,0	30,8	4,4
31	Св. Б 16 №. 8	60,7-63,7	43,4	8,8
32	Св. Б 16 №. 10	66,7-70,0	41,4	6,8

Протокол склав:

СМ

Суримова С.В.

Результати лабораторних вимірювань інтегральної питомої гамма-радіоактивності проб каоліну та вмісних порід Біляївського родовища на радіометрі «Food Light». Травень-червень 2021 року.

№ п/п	Свердловина (Св.), № проби	Глибина, м	Вага проби, грам	Результати аналізу FL, Бк/кг
1	Св. Б 1 №. 10	34,0-36,9	500	74±10
2	Св. Б 1 №. 13	45,3	500	50±9
3	Св. Б 1 №. 14	45,3-49,0	500	51±9

ЛАБОРАТОРНІ ХІМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ВМІСТУ МЕТАЛІВ У ПРОБАХ КАОЛІНІВ ТА ВМІСНИХ ПОРІД

Валові вмісти важких металів у каолінах та вмісних породах, мг/кг

№ п/п	Свердловина (Св.), № проби	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Mo	Zr	Hf	Nb	Cu	Pb	Ag	Bi	Sb	Ga	Be	Se	La	Y	Yb	Ba	Li	P
1	Св. Б 1 №. 10	200	8	800	20	30	3	500	нв	5	30	100	нв	нв	3	60	1	30	80	30	3	2000	30	1000
2	Св. Б 1 №. 13	200	8	600	10	20	3	300	нв	4	20	200	нв	нв	2	60	0,5	10	50	20	2	3000	30	800
3	Св. Б 1 №. 14	100	6	500	8	50	нв	200	нв	3	50	100	нв	нв	1	30	0,5	10	20	20	2	800	20	500
4	Св. Б 2 №. 12	150	5	600	8	8	нв	300	нв	4	8	80	нв	нв	2	40	0,5	10	20	30	3	1000	10	500
5	Св. Б 2 №. 13	300	6	800	10	30	нв	400	нв	4	30	100	нв	нв	3	60	0,5	20	20	30	4	3000	20	800
6	Св. Б 2 №. 14	300	6	600	20	40	нв	300	нв	3	40	300	нв	нв	3	50	1	20	80	30	2	1000	20	800
7	Св. Б 3 (№ 3/1)	200	6	400	6	10	нв	200	нв	3	10	200	нв	нв	2	50	0,5	10	10	30	2	100	30	800
8	Св. Б 3 (№ 3/2)	200	6	500	80	20	нв	200	нв	3	20	600	нв	нв	5	60	0,5	10	10	30	2	200	30	800
9	Св. Б 4 №. 11	150	8	600	50	300	нв	200	нв	3	300	50	нв	1	0,5	30	0,5	10	10	6	0,5	600	20	600
10	Св. Б 4 №. 12	100	8	400	40	30	нв	200	нв	3	30	60	нв	1	0,5	40	0,5	10	10	6	0,5	1000	30	800
11	Св. Б 5 №. 17	250	20	400	20	40	нв	200	нв	4	40	200	нв	2	3	40	0,5	8	5	10	1	800	30	800
12	Св. Б 5 №. 18	200	10	400	10	60	нв	200	нв	4	60	30	нв	нв	2	50	0,5	8	5	20	1	200	30	500
13	Св. Б 6 №. 15	250	6	400	6	10	нв	200	нв	3	10	80	нв	нв	1	30	0,5	8	5	20	1	500	30	800
14	Св. Б 6 №. 16	300	8	2000	80	10	1	1000	30	20	10	600	0,75	нв	5	40	0,5	40	100	50	5	500	30	1000
15	Св. Б 7 (№ 7/1)	250	8	600	10	10	нв	300	нв	3	10	200	нв	2	3	40	0,75	10	30	30	2	600	50	1000
16	Св. Б 7 (№ 7/2)	350	10	2000	80	60	нв	1000	20	10	60	300	0,75	нв	3	40	0,75	30	100	60	4	2000	30	1000
17	Св. Б 8 №. 14	200	6	400	10	10	нв	100	нв	4	10	200	нв	нв	2	50	0,5	10	5	10	2	800	50	800
18	Св. Б 8 №. 15	200	10	800	10	20	нв	400	нв	4	20	500	нв	нв	2	60	0,75	60	40	20	1	2000	30	800
19	Св. Б 8 №. 16	200	6	500	6	10	нв	200	нв	3	10	200	нв	1	1	40	0,5	8	20	10	1	800	20	800
20	Св. Б 9 №. 15	200	8	800	30	30	нв	300	нв	10	30	500	0,75	нв	5	60	0,5	10	50	30	3	800	30	1000
21	Св. Б 9 №. 16	200	8	800	10	20	нв	500	нв	10	20	300	нв	1	2	40	0,5	30	80	30	3	600	20	600
22	Св. Б 10 (№ 10/1)	250	6	600	10	10	нв	300	нв	4	10	300	нв	нв	2	60	0,75	30	5	10	1	500	30	600

№ п/п	Свердловина (Св.), № проб	Mn	Ni	Ti	V	Cr	Mo	Zr	Hf	Nb	Cu	Pb	Ag	Bi	Sn	Ga	Be	Sc	La	Y	Yb	Ba	Li	P
23	Св. Б 10 (№ 10/2)	300	8	600	10	50	нв	400	нв	5	50	400	нв	нв	2	60	0,75	30	20	20	2	3000	30	800
24	Св. Б 11 (№ 11/1)	250	10	500	30	40	нв	200	нв	4	40	300	нв	1	2	50	0,5	10	20	20	2	1000	30	800
25	Св. Б 12 (№ 12/1)	100	6	450	6	20	нв	100	нв	4	20	200	нв	нв	2	50	0,5	8	5	8	1	1000	40	800
26	Св. Б 12 (№ 12/2)	300	8	450	8	20	нв	100	нв	5	20	500	нв	нв	3	60	0,5	6	5	8	1	100	40	800
27	Св. Б 13 (№ 13/1)	300	20	3000	100	50	нв	800	нв	10	50	500	нв	1	2	40	1	60	5	40	3	100	50	1000
28	Св. Б 14 № 10	200	6	450	10	10	нв	500	нв	5	10	500	нв	нв	1	50	1	20	40	40	3	1000	30	800
29	Св. Б 14 № 11	350	8	500	3	30	нв	200	нв	10	30	600	нв	нв	2	60	0,5	6	20	10	2	1000	50	500
30	Св. Б 15 № 14	200	6	400	6	8	нв	200	нв	4	8	100	нв	нв	2	40	0,5	6	20	10	1	400	20	600
31	Св. Б 16 № 8	100	10	1000	10	10	нв	200	нв	5	10	600	нв	нв	4	60	2	20	40	20	2	1000	50	50
32	Св. Б 16 № 10	80	6	600	10	8	нв	200	нв	6	8	200	нв	нв	3	30	2	10	30	10	1	800	20	50

* нв – не виявлено

*Елементи Co, W, Hf, Ta, Sb, Zr, Cd, Ge, Se, Th, As – не виявлені у жодному зразку.

Протокол склад:

Шичевський І.В.

Вмісти рухомих форм важких металів у водних витяжках зразків каолі
та вмісних порід мг/кг

№ п/п	Свердловина (Св.), № проби	Fe	Cr	Cu	Pb	Mn	Zn	Ni	Co
1	Св. Б 1 №. 10	0	0,06	0,6	0,1	0,2	0,38	0,05	0,05
2	Св. Б 1 №. 13	0,2	0,01	0,1	0,1	0,27	0,12	0,15	0,05
3	Св. Б 1 №. 14	0,4	0,01	0,1	0,1	0,37	0,05	0,21	0,2
4	Св. Б 2 №. 12	0	0,02	0,6	0,1	0,22	0,3	0,22	0,12
5	Св. Б 2 №. 13	14,2	0,01	0,2	0,1	0,21	0,22	0,15	0,13
6	Св. Б 2 №. 14	0	0,04	1	0,1	0,19	0,05	0,05	0,05
7	Св. Б 3 (№ 3/1)	0,1	0,06	0,1	0,3	0,14	0,05	0,05	0,1
8	Св. Б 3 (№ 3/2)	9,2	0,04	0,1	0,1	0,51	5,6	0,05	0,05
9	Св. Б 4 №. 11	0,5	0,04	0,5	0,1	0,05	0,12	0,19	0,27
10	Св. Б 4 № 12	0	0	0,6	0,1	0,05	0,5	0,11	0,05
11	Св. Б 5 № 17	0,5	1,1	1,4	0,1	0,12	0,33	0,22	0,1
12	Св. Б 5 № 18	0	0,02	1	0,1	0,1	0,12	0,2	0,05
13	Св. Б 6 № 15	0	0,01	0,2	0,25	0,52	0,28	0,3	0,05
14	Св. Б 6 № 16	0,4	0,08	1	0,25	0,45	0,1	0,2	0,18
15	Св. Б 7 (№ 7/1)	0,4	0,09	1	0,24	0,1	0,16	0,25	0,05
16	Св. Б 7 (№ 7/2)	0,8	0,05	0,6	0,22	0,55	0,05	0,05	0,05
17	Св. Б 8 № 14	1,6	0,04	0,6	0,1	0,5	0,15	0,05	0,05
18	Св. Б 8 № 15	0,3	0,05	1,3	0,1	0,05	0,12	0,05	0,05
19	Св. Б 8 № 16	0,9	0,07	0,3	0,1	0,22	0,14	0,13	0,05
20	Св. Б 9 № 15	0,3	0,06	1,1	0,1	0,1	0,12	0,15	0,05
21	Св. Б 9 № 16	0,6	0,04	0,9	0,1	0,05	0,2	0,2	0,05
22	Св. Б 10 (№ 10/1)	0	0,04	0,2	0,1	0,12	0,18	0,25	0,05
23	Св. Б 10 (№ 10/2)	0,2	0,05	1,2	0,1	0,19	0,2	0,14	0,05
24	Св. Б 11 (№ 11/1)	0,3	0	1	0,1	0,05	0,12	0,32	0,05
25	Св. Б 12 (№ 12/1)	0,2	0,13	0,8	0,1	0,16	0,05	0,05	0,05
26	Св. Б 12 (№ 12/2)	0	0	0,6	0,1	0,28	0,16	0,05	0,05
27	Св. Б 13 (№ 13/1)	0,3	0,15	1,2	0,1	0,14	0,12	0,05	0,05
28	Св. Б 14 № 10	0,9	0,11	0,7	0,1	0,14	0,05	0,05	0,05
29	Св. Б 14 №	7	0,07	0,4	0,1	0,17	0,05	0,14	0,05

№ п/п	Свердловина (Св.), № проби	Fe	Cr	Cu	Pb	Mn	Zn	Ni	Co
1	Св. Б 1 №. 10	0	0,06	0,6	0,1	0,2	0,38	0,05	0,05
2	Св. Б 1 №. 13	0,2	0,01	0,1	0,1	0,27	0,12	0,15	0,05
3	Св. Б 1 №. 14	0,4	0,01	0,1	0,1	0,37	0,05	0,21	0,2
4	Св. Б 2 №. 12	0	0,02	0,6	0,1	0,22	0,3	0,22	0,12
5	Св. Б 2 №. 13	14,2	0,01	0,2	0,1	0,21	0,22	0,15	0,13
6	Св. Б 2 №. 14	0	0,04	1	0,1	0,19	0,05	0,05	0,05
7	Св. Б 3 (№ 3/1)	0,1	0,06	0,1	0,3	0,14	0,05	0,05	0,1
8	Св. Б 3 (№ 3/2)	9,2	0,04	0,1	0,1	0,51	5,6	0,05	0,05
9	Св. Б 4 №. 11	0,5	0,04	0,5	0,1	0,05	0,12	0,19	0,27
10	Св. Б 4 № 12	0	0	0,6	0,1	0,05	0,5	0,11	0,05
11	Св. Б 5 № 17	0,5	1,1	1,4	0,1	0,12	0,33	0,22	0,1
12	Св. Б 5 № 18	0	0,02	1	0,1	0,1	0,12	0,2	0,05
13	Св. Б 6 № 15	0	0,01	0,2	0,25	0,52	0,28	0,3	0,05
	11								
30	Св. Б 15 № 14	0,5	0,03	0,4	0,1	0,05	0,05	0,22	0,05
31	Св. Б 16 № 8	0,4	0,07	1	0,1	0,12	0,05	0,24	0,05
32	Св. Б 16 № 10	0	0	0,7	0,1	0,05	0,11	0,25	0,05

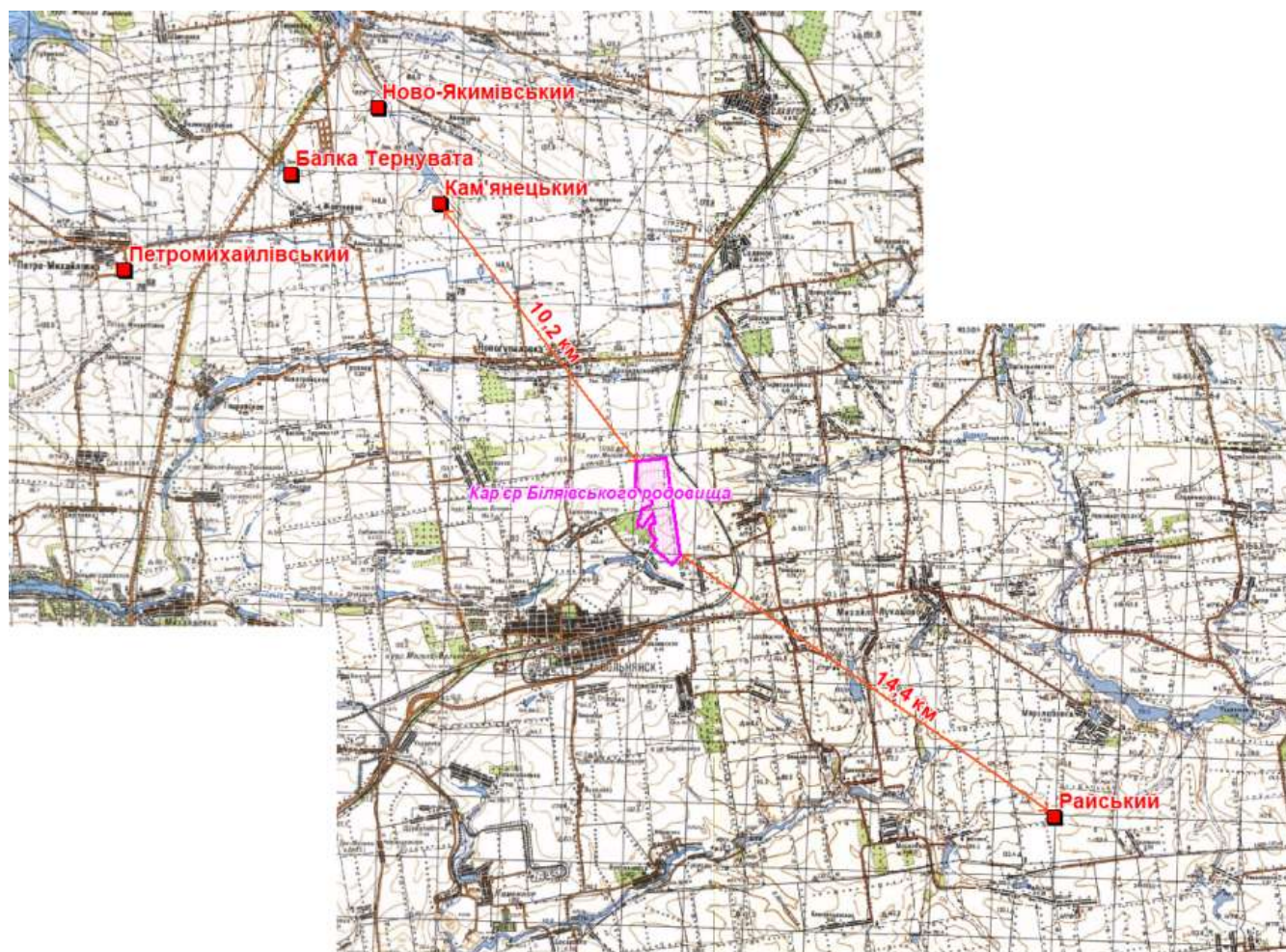
Протокол склав: Шканюк В.В.

Протоколи перевірів:
зав. відділу спеціальної металогенії Верховцев В.Г.

Протокол затвердив:
Заст. директора Долін В.В.



Додаток 3



Карта-схема розташування найближчих до Біляївського родовища первинних каолінів рудопроявів урану.