

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри загальної
екології, радіобіології та безпеки
життєдіяльності

_____ Алла КЛЕПКО

(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Оцінка природної радіоактивності корисної копалини Тетіївського родовища
гранітів Богуславської ТГ Обухівського району» _____**

Спеціальність 101 Екологія

Гарант освітньої програми

Доктор педагогічних наук,
професор кафедри
загальної екології, радіобіології
та безпеки життєдіяльності

(підпис)

Володимир БОГОЛЮБОВ

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Кандидат біологічних наук,
доцент кафедри
загальної екології, радіобіології
та безпеки життєдіяльності

(підпис)

Володимир ІЛІЄНКО

Виконала

(підпис)

Алла ЛИТВИНЧУК

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки
життєдіяльності

_____ Алла КЛЕПКО
« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Литвинчук Алли Дмитрівни

1. Тема роботи «Оцінка природної радіоактивності корисної копалини Тетіївського родовища гранітів Богуславської ТГ Обухівського району»
керівник роботи к.біол. наук, доц. Ілленко Володимир Віталійович,
2. Строк подання студентом роботи 22 травня 2025 року
3. Вихідні дані до роботи: законодавчі акти, навчальна та наукова література, публікації наукових установ, власні спостереження та дослідження.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 - 4.1. Провести польові експериментальні роботи на дослідній ділянці, виміряти гамма-фон і відібрати зразки корисної копалини.
 - 4.2. Підготувати зразки гірської породи та провести вимірювання питомої активності в лабораторії.
 - 4.3. Оцінити результати досліджень, а саме: визначену потужність експозиційної дози гамма-випромінювання та питому активність радіонуклідів.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ілленко В.В.		
2	Ілленко В.В.		
3	Ілленко В.В.		

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пошук літератури	Вересень-жовтень	
2	Виїзд на дослідну ділянку, вимірювання гамма-фону та відбір зразків	Листопад-грудень	
3	Підготовка і вимірювання зразків в лабораторії	Лютий березень	
4	Написання тексту роботи, аналіз результатів	Квітень-травень	
5	Формування висновків	Травень	

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із вступу, 3 розділів, висновку, списку використаних джерел та текстових додатків. Загальний обсяг дипломної роботи становить 57 сторінок друкованого тексту, що включає 10 рисунків, 8 таблиць та 3 текстових додатка. Список літературних джерел складається з 30 найменувань.

Мета роботи: встановлення рівня природної радіоактивності гранітів та визначення їх відповідності екологічним та санітарним нормам.

Актуальність цього дослідження полягає в необхідності оцінки рівня природної радіоактивності гранітів Тетіївського родовища для запобігання можливому радіаційному забрудненню довкілля та ризикам для здоров'я населення при видобутку й використанні цієї корисної копалини. Дослідження також спрямоване на забезпечення відповідності діяльності вимогам чинного законодавства у сфері радіаційної безпеки та раціонального природокористування.

Завдання:

1. Проаналізувати геолого-структурні умови Тетіївського родовища гранітів.
2. Визначити джерела та характер природної радіоактивності у гранітних породах.
3. Ознайомитися з методами вимірювання природної радіоактивності та обґрунтувати вибір методики дослідження.
4. Провести радіометричні або гамма-спектрометричні вимірювання зразків граніту з родовища.
5. Обробити результати досліджень та порівняти їх із нормативними показниками.
6. Оцінити потенційні екологічні та санітарно-гігієнічні ризики, пов'язані з використанням гранітів родовища.
7. Надати висновки та практичні рекомендації щодо безпечного використання досліджуваного виду корисної копалини.

Об'єкт дослідження: незмінні та порушені вивітрюванням біотитові граніти уманського комплексу протерозою.

Предмет дослідження: рівень природної радіоактивності гранітів, розподіл радіонуклідів у гірській породі, відповідність нормативним показникам та можливість використання корисної копалини в різних галузях.

В ході роботи пройдено 4 профілі пішохідної зйомки, із сумарною довжиною профілів гамма-зйомки 820,0 м та відібрано 3 проби корисної копалини. За результатами 168 пікетів-замірів гамма-випромінювання порід у 2 π геометрії, потужність ПЕД у межах профілів коливається від 18,0 до 50,4 мкР/год.

Встановлено, що досліджувані граніти за ступенем радіоактивності відносяться до I класу ($\leq 370,0$ Бк/кг) та можуть використовуватись у всіх видах будівництва без обмежень, відповідно до вимог НРБУ-97 та ДКЗ України.

Ключові слова: природна радіоактивність, граніт, радіонукліди, екологічна безпека, радіометрія, радіаційний контроль, корисна копалина, геоекологія

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
1.1. Загальні положення радіоактивності	11
1.2. Поширення радіоактивних елементів у природі	14
1.3. Радіометрія та дозиметрія іонізуючого випромінювання: одиниці активності та дози	16
1.4. Нормативно-правове регулювання вмісту природних радіонуклідів у будматеріалах	19
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПТІЇВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1. Характеристика об'єкту дослідження	24
2.1.1. Адміністративне та географічне положення родовища.....	24
2.1.2. Геоморфологія, орогідрографія, клімат території дослідження	27
2.1.3. Геологічна будова району робіт та родовища	29
2.2. Методика проведення пішохідної зйомки для визначення ПЕД гамма-випромінювання.....	32
2.3. Методика проведення пікетів-замірів гамма-випромінювання порід.....	33
2.4. Відбір та підготовка проб порід корисної копалини для визначення ступня радіоактивності, методика проведення вимірювання	36
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПРИРОДНОЇ РАДІОАКТИВНОСТІ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ТЕПТІЇВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ БОГУСЛАВСЬКОЇ ТГ ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ	38
3.1. Результати польових радіометричних вимірювань.....	38
3.2. Лабораторні дослідження відібраних зразків	42
3.3. Рекомендації з покращення радіаційно-гігієнічної ситуації в добувній галузі	43
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТКИ.....	50

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Бк/кг – Беккерель на кілограм

г/г – грам на грам, тобто масова частка речовини в одиниці маси матеріалу

Гр – грей

Дж – джоуль

ДКЗ України – Державна комісія по запасам корисних копалин України

еВ – електрон-вольт

Зв – зіверт

Кл – кулон

Ки – кюрі

м – метр

мкР/год – мікро рентген на годину

МСК – місцева система координат

нм – нанометр

НРБУ – норми радіаційної безпеки України

ПЕД – потужність експозиційної дози

Р – рентген

СПАР – сумарна питома активність радіонуклідів

УСК – українська система координат

ВСТУП

Актуальність дослідження: у сучасних умовах зростає увага до екологічної безпеки геологорозвідувальних та гірничодобувних робіт, зокрема – до рівня природної радіоактивності корисних копалин. Граніти, які залягають на території Тетіївського родовища, можуть містити природні радіонукліди (ізотопи урану, торію, радій), що здатні впливати на довкілля та здоров'я населення при їхньому видобутку, переробці чи використанні у будівництві.

Оцінка радіоактивності таких матеріалів є необхідною складовою комплексної геолого-екологічної експертизи та дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо безпечного використання ресурсів.

Крім того, проведення подібних досліджень є важливою складовою виконання положень національного законодавства та міжнародних стандартів у сфері радіаційної безпеки. Це особливо актуально в контексті децентралізації та передачі повноважень з контролю за станом навколишнього середовища на рівень територіальних громад.

Мета роботи: встановлення рівня природної радіоактивності гранітів та визначення їх відповідності екологічним та санітарним нормам.

Завдання:

1. Проаналізувати геолого-структурні умови Тетіївського родовища гранітів.
2. Визначити джерела та характер природної радіоактивності у гранітних породах.
3. Ознайомитися з методами вимірювання природної радіоактивності та обґрунтувати вибір методики дослідження.
4. Провести радіометричні або гамма-спектрометричні вимірювання зразків граніту з родовища.
5. Обробити результати досліджень та порівняти їх із нормативними показниками.
6. Оцінити потенційні екологічні та санітарно-гігієнічні ризики, пов'язані з використанням гранітів родовища.

7. Надати висновки та практичні рекомендації щодо безпечного використання досліджуваного виду корисної копалини.

Об'єкт дослідження: незмінені та порушені вивітрюванням біотитові граніти уманського комплексу протерозою.

Предмет досліджень: рівень природної радіоактивності гранітів, розподіл радіонуклідів у гірській породі, відповідність нормативним показникам та можливість використання корисної копалини в різних галузях.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел – вивчення попередніх досліджень з питань природної радіоактивності, опрацювання та ознайомлення з нормативно-правовими актами, нормами радіаційної безпеки; польові та лабораторні дослідження – проведення пішохідної радіометричної зйомки з визначенням потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання, а також відбір проб для лабораторного визначення сумарної питомої активності радіонуклідів (СПАР); камеральні роботи; екологічна оцінка.

Результати досліджень доповідались та були опубліковані у формі тез наукових конференцій:

Литвинчук А.Д., Ілленко В.В. Нормативно-правове регулювання вмісту природних радіонуклідів у будівельних матеріалах. Збірник матеріалів доповідей XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «ЕКОЛОГІЯ – ФІЛОСОФІЯ ІСНУВАННЯ ЛЮДСТВА», м. Київ 23-24 квітня 2025 р. С. 90 – 92.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні положення радіоактивності

Радіоактивність – це природний процес розпаду нестійких ядер, під час якого виділяється енергія і випромінюються заряджені α і β -частинки, а також нейтронне та γ (гамма)-випромінювання. Вперше це явище відкрив А. Беккерель у 1896 році, а пізніше його дослідили П'єр і Марія Кюрі.

Британський фізик Ернест Резерфорд, у 1899 році, експериментально встановив, що солі урану випромінюють три типи променів, які мають відмінності у взаємодії з магнітним полем:

- α (альфа)-розпад – це випромінювання ядром α -частинки (ядра гелію: 2 протони + 2 нейтрони). Внаслідок цього ядро втрачає 2 протони та 2 нейтрони, перетворюючись на новий елемент.

- β (бета)-розпад – це процес коли ядро випускає β -частинку (електрон або позитрон), змінюючи свій склад.

- γ (гамма)-розпад – це випромінювання γ -кванта (електромагнітного випромінювання) збудженим ядром без зміни його складу.

На рисунку 1.1. схематично зображено, що α -частинки не проходять крізь аркуш паперу, β -частинки – зупиняються за допомогою алюмінієвого екрану, γ -частинки мають найбільшу проникну здатність та їх можна зупинити, використовуючи великий об'єм свинцю.

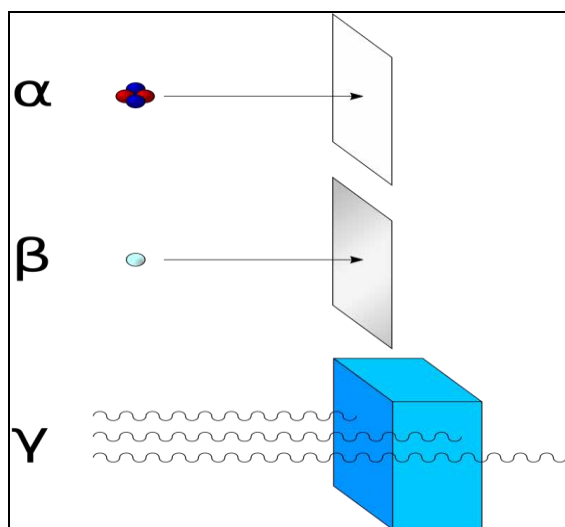


Рис. 1.1. Проникаюча здатність різних типів випромінювання

Більшість радіоактивних елементів входять до так званих радіоактивних сімейств, де один елемент поступово перетворюється в інший, аж до утворення стабільного свинцю. Проте деякі ізотопи (наприклад, ^{40}K , ^{87}Rb та ін.) розпадаються за один крок і не формують таких сімейств [1].

Штучну радіоактивність відкрили Ірен і Фредерік Жоліо-Кюрі у 1934 році. Вони виявили, що при опроміненні деяких елементів α -частинками утворюються нові радіоактивні ізотопи. Згодом такі ізотопи отримали для всіх хімічних елементів, використовуючи різні частинки для бомбардування.

У природі існує понад п'ятдесят радіоактивних елементів. На додачу, промисловість, особливо ядерна, спричиняє потрапляння штучних радіоактивних елементів у довкілля.

Радіонукліди поділяються на чотири групи:

- *першу групу* утворюють космогенні нукліди, що постійно утворюються в земній атмосфері під дією космічного випромінювання;
- *другу групу* природних радіоактивних ізотопів утворюють довго-існуючі ізотопи, легші за свинець;
- *третю групу* утворюють довго-існуючі радіонукліди ^{238}U , ^{235}U та ^{232}Th , а також усі продукти їхнього радіоактивного розпаду, які називають радіоактивними сімействами;
- *четверту групу* становлять антропогенні радіонукліди. Це переважно продукти ділення урану і плутонію в ядерних реакторах (розсіюються при аваріях і при ядерних вибухах) [1].

Коли квант електромагнітного випромінювання взаємодіє з атомом речовини, найбільш вірогідною є його зустріч із електроном, який формує навколо ядра електронну «хмару». У випадку, якщо це квант видимого світла з енергією до 3 еВ, зміни в атомі не відбуваються – такий квант не поглинається, а відбивається від атома. Це пояснюється тим, що електрон утримується поблизу ядра завдяки силам, еквівалентним енергії близько 60 еВ – саме така середня енергія зв'язку електрона в атомі (рис. 1.2). Таким чином і відбувається відбиття світла від поверхонь [2].

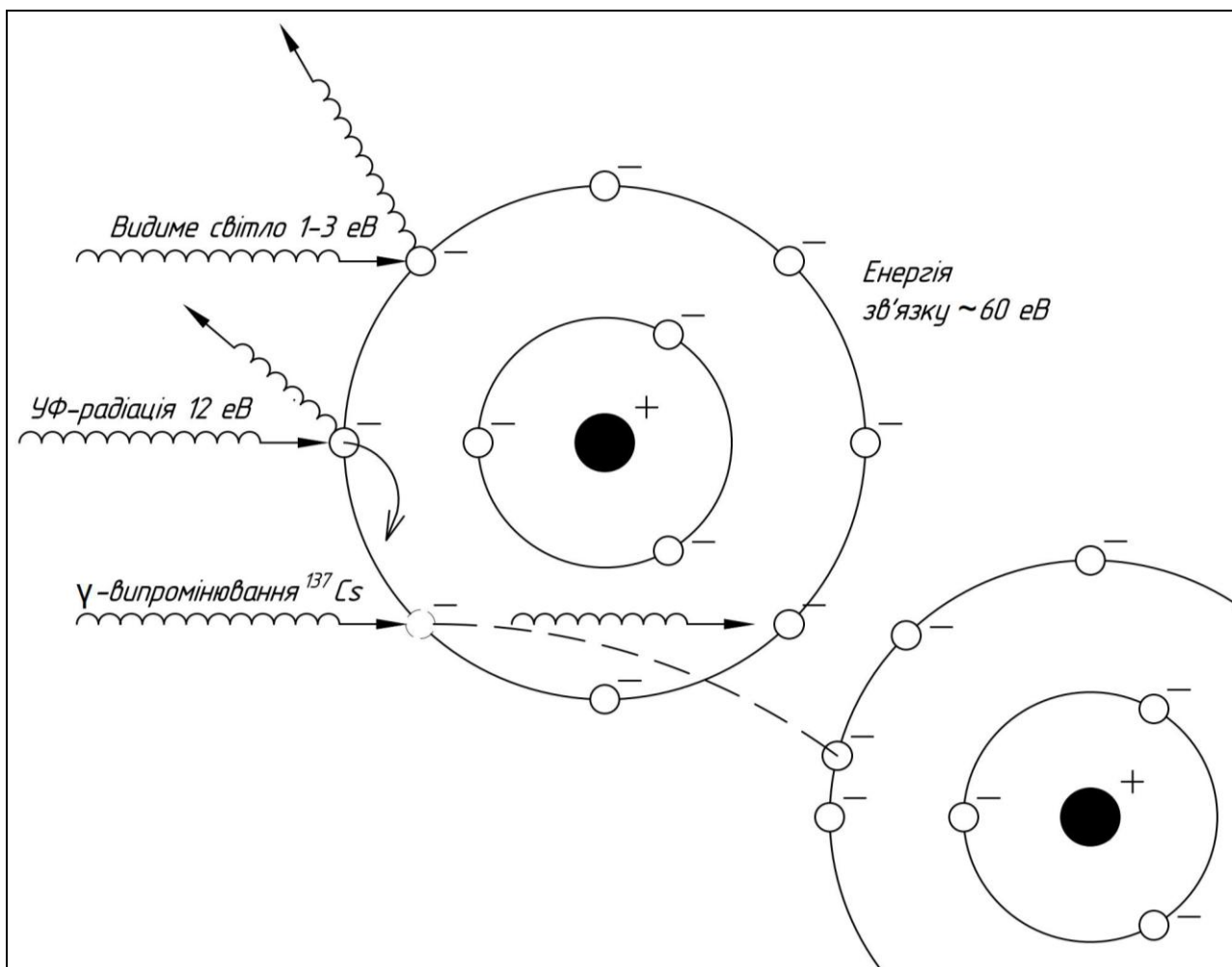


Рис. 1.2. Взаємодія квантів різних видів радіації з атомами речовин

Потраплення кванта ультрафіолетового випромінювання не спричиняє суттєвих змін – енергії 12 eВ достатньо лише для збудження електрона, тобто його переходу на вищий енергетичний рівень або іншу орбіту, без іонізації атома. Поглинання лише одного кванта випромінювання від ізотопу ^{137}Cs може спричинити до 11 000 актів іонізації в речовині (розрахунок: $660\,000\text{ eВ} / 60\text{ eВ}$ – середня енергія іонізації), що запускає електронну лавину. При експозиційній дозі 1 рентген в 1 см^3 повітря утворюється близько 2×10^9 пар іонів. У разі летальних для ссавців доз, які становлять приблизно 4...18 Гр (тобто 400...1800 Р), ця кількість зростає до близько 5×10^{12} пар іонів. Така інтенсивність іонізаційних процесів потенційно здатна викликати серйозні пошкодження клітинних структур, що може призвести до їх загибелі [2].

1.2. Поширення радіоактивних елементів у природі

Радіоактивні елементи є невід'ємною частиною природного середовища. Вони трапляються у земній корі, воді, повітрі та навіть у живих організмах. Важливо дослідити особливості поширення цих елементів, їх вплив на навколишнє середовище та потенційні ризики для людини.

Український науковець Володимир Іванович Вернадський класифікував розподіл хімічних елементів у земній корі (Табл. 1.1.), що дає нам змогу оцінити поширення окремих радіоактивних елементів у гірських породах [3].

Таблиця 1.1. Вміст хімічних елементів у земній корі

Декада	Вміст елементів, %	Елемент
I	> 10	O, Si
II	1-10	Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, H
III	10^{-1} -1	Ti, C, Cl, P, S, Mn
IV	10^{-2} - 10^{-1}	F, Ba, N, Sr, Cr, Zr, V, Ni, Zn, B, Cu
V	10^{-3} - 10^{-2}	Rb, Li, Y, Be, Ce, Co, Th, Nd, Pb, Ga, Mo, Br
VI	10^{-4} - 10^{-3}	U, Yb, Dy, Gd, Sm, Er, La, Sn, Sc, W, Cs, Cd, As, Pr, Hf, Ar, Co, Hg, Tu, Ho, Tb, I, Ge
VII	10^{-5} - 10^{-4}	Se, Sb, Nb, Ta, Eu, Ln, Bi, Tl, Ag
VIII	10^{-6} - 10^{-5}	Pd, Pt, Ku, Os, Po, Au, Rh, Ir, Te, He
IX	10^{-7} - 10^{-6}	Ne, Re
X	10^{-8} - 10^{-7}	Kr
XI	10^{-9} - 10^{-8}	Xe
XII	10^{-10} - 10^{-9}	Ra
XIII	10^{-11} - 10^{-10}	Pa

Український геолог та геохімік Георгій Вітольдович Войткевич запропонував розподіл радіоактивних елементів, що зустрічаються у будові Землі (Табл. 1.2.) [4].

Таблиця 1.2. Розподіл радіоактивних елементів по геосферах

Геосфера	Ra 10^{-12} , г/г	U 10^{-6} , г/г	Th 10^{-6} , г/г	K, г/г	Th/U
Гранітна	1,4	4,0	13,5	0,026	3,4
Базальтова	0,34	2,0	4,0	0,010	4,0
Перидотитова	0,0046	0,014	0,056	0,0004	4,0
Проміжна	0,004	0,012	0,048	0,0001	4,0
Центральне ядро	0,001	0,003	0,013	-	4,0

Найвищий вміст радіоактивних елементів у Землі зосереджений у верхньому гранітному шарі, що має товщину від 25 до 30 км. З глибиною їхня концентрація різко зменшується, досягаючи мінімуму в земному ядрі.

Уран (U) і торій (Th) розсіяні в земній корі, що робить їх більш рідкісними, порівняно зі свинцем, оловом і сурмою, які мають подібні кларки, але концентруються у певних місцях. Через це мікроскопічні кількості урану і торію трапляються у більшості природних матеріалів [5, 6, 21].

Вміст радіоактивних елементів у подібних породах може значно коливатися, особливо у магматичних. Тому для оцінки радіоактивності порід використовують варіаційні криві, а не середні значення.

Концентрації U, Ra і Th у глибоких шарах визначені на основі їхнього мінімального вмісту в метеоритах та середнього складу кислих, основних і ультраосновних порід, що виходять на поверхню [7, 29].

Серед гірських порід різних генетичних типів, найбільшу радіоактивність мають кислі магматичні породи – граніти, які являють собою продукт остаточної стадії кристалізації магми [1].

Варто зазначити, що в магматичних гірських породах вмісти урану, торію і калію знижується при переході від кислого до основного ряду порід [8].

Розподіл радіоактивних елементів у вивержених породах залежить від генезису урановмісних мінералів і ступеня збереження породи. У незмінених гранітах радіоактивні елементи зосереджені в основному в важких акцесорних елементах.

Людина отримує значну дозу опромінення від природних джерел радіації, присутній у навколишньому середовищі. Особливу роль відіграють будівельні матеріали, які мають власний радіаційний фон.

1.3. Радіометрія та дозиметрія іонізуючого випромінювання: одиниці активності та дози

Природні радіоактивні ізотопи присутні в урановій руді, інших корисних копалинах, мінеральних добривах на їх основі, будівельних матеріалах, а також у ґрунтах, рослинах, тваринах, воді, повітрі та інших елементах довкілля — як живої, так і неживої природи. Крім того, через радіоактивне забруднення ці об'єкти можуть містити і штучно створені радіоактивні ізотопи. Для визначення їх кількості, тобто рівня радіоактивності, використовують різноманітні методи радіометричного аналізу [22].

Радіометрія та дозиметрія є невід'ємними компонентами вивчення іонізуючого випромінювання та його впливу на навколишнє середовище та організми. Одиниці активності та дози дають змогу точно вимірювати рівень радіоактивності та потенційний ризик для здоров'я людини. Врахування різних факторів, таких як тип випромінювання та його біологічний ефект, є критично важливим для створення адекватних заходів з радіаційної безпеки [9, 10].

Радіометрія – це сукупність прийомів і методів визначення активності та концентрації радіоактивних ізотопів, а також типів їх випромінювання у джерелах іонізуючої радіації та пробах об'єктів навколишнього середовища [2].

Основна мета радіометрії полягає у визначенні кількості радіоактивних розпадів у зразку за певний проміжок часу, тобто у кількісному вимірюванні його радіоактивності.

Дозиметрія – це оцінка інтенсивності полів іонізуючого випромінювання в об'єктах навколишнього середовища, що утворюються джерелами радіоактивності [2].

Головною метою дозиметрії в радіобіології є визначення дози іонізуючого випромінювання, яка поглинається середовищем або живим організмом протягом певного часу. Це стосується як зовнішнього опромінення,

коли джерело випромінювання розташоване поза тілом, так і внутрішнього, при якому радіоактивна речовина потрапляє всередину організму [11, 23, 24].

Активність радіоактивного елемента визначається як кількість атомних розпадів, що відбуваються протягом однієї секунди. Це показник швидкості радіоактивного розпаду, який відображає інтенсивність перетворень радіонукліда. Активність радіоактивної речовини залежить від її кількості і обернено пропорційна періоду напіврозпаду. Таким чином, чим більше речовини, тим вища її активність, що свідчить про кількість атомів, які розпадаються за одиницю часу.

Доза випромінювання визначається як кількість енергії, яку поглинає одиниця об'єму середовища, що піддається впливу радіоактивних випромінювань. Вона є показником шкоди, яку радіоактивне випромінювання може завдати організмам людини, тварин і рослин. Доза може накопичуватися протягом певного періоду часу, і біологічний ефект опромінення залежить як від величини цієї дози, так і від тривалості її накопичення. Існують різні види доз: експозиційна, поглинута та еквівалентна.

Потужність експозиційної дози, або рівень радіації, визначається як інтенсивність випромінювання, що генерується за одиницю часу, і відображає швидкість накопичення дози. У системі СІ одиницею потужності експозиційної дози є ампер на кілограм (А/кг), в той час як позасистемною одиницею для вимірювання випромінювань у повітрі є рентген за годину (Р/год) [2].

Поглинута доза – це кількість енергії, яку іонізуюче випромінювання передає одиничній масі матеріалу або речовини.

Основні фізичні величини, що застосовуються у дозиметрії іонізуючих випромінювань, а також відповідні одиниці вимірювання в системі СІ та позасистемні еквіваленти наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Одиниці активності та дози, співвідношення між ними

№ з/п	Фізична величина	Опис	Одиниця в СІ	Позасистемна одиниця	Співвідношення між ними
1	Активність	Кількість ядерних розпадів за одиницю часу	Бк (Bq)	Ки (Ки)	$1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}\text{ Бк}$ $1\text{Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11}\text{ Ки}$
2	Поглинута доза	Енергія, яка поглинута одиницею маси речовини	Гр (Gy) Дж/кг (J/kg)	Рад (rad)	$1\text{Гр} = 1\text{Дж/кг} = 100\text{ рад}$
3	Потужність поглинутої дози	Швидкість накопичення поглинутої дози в речовині	Гр/с (Gy/s) Дж/(кг·с) (J/(kg·s))	Рад/с (rad/s)	$1\text{Гр/с} = 100\text{ рад/с}$
4	Еквівалентна доза	Сума зважених еквівалентних доз для всіх органів	Зв (Sv)	бер	$1\text{Зв} = 100\text{ бер}$
5	Потужність еквівалентної дози	Швидкість надходження еквівалентної дози випромінювання до організму	Зв/с (Sv/s)	бер/с	$1\text{Зв/с} = 100\text{ бер/с}$
6	Ефективна доза	Сума зважених еквівалентних доз для всіх органів	Зв (Sv)	бер	$1\text{Зв} = 100\text{ бер}$
7	Експозиційна доза	Іонізація повітря під впливом гамма- або рентгенівського випромінювання	Кл/кг	мкР	$1\text{Кл/кг} = 3,876 \cdot 10^9\text{ мкР}$
8	Потужність експозиційної дози	Швидкість накопичення експозиційної дози з часом	Кл/(кг·с)	Р/с	$1\text{Кл/(кг·с)} = 3876\text{ Р/с}$

Зазначені величини не лише дозволяють кількісно оцінювати параметри іонізуючого випромінювання, а й пов'язані між собою: наприклад, активність

джерела зумовлює значення поглинутої дози, яка в свою чергу впливає на еквівалентну та ефективну дози, що враховують біологічні ефекти.

У практиці радіаційного контролю, медичної діагностики, атомної енергетики та охорони довкілля ці величини є основою для нормування, контролю й прогнозування впливу іонізуючого випромінювання на людину та навколишнє середовище.

Використання уніфікованих одиниць, зокрема міжнародної системи СІ, забезпечує точність вимірювань, узгодженість даних і можливість обміну результатами досліджень між різними країнами та установами.

Таким чином, правильне розуміння та використання дозиметричних величин і одиниць вимірювання є ключовим для оцінки рівнів радіаційного впливу, забезпечення радіаційної безпеки та проведення наукових досліджень у галузі радіаційного контролю.

1.4. Нормативно-правове регулювання вмісту природних радіонуклідів у будматеріалах

Контроль за вмістом природних радіонуклідів у будівельних матеріалах є важливою складовою державної політики у сфері радіаційної безпеки. В Україні нормативно-правове регулювання у цій галузі базується на вимогах НРБУ-97 («Норми радіаційної безпеки України»), Державних будівельних нормах (ДБН), Державних санітарних правилах і регламентах, а також міжнародних рекомендаціях Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ) і Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) [25].

Основним завданням є обмеження рівнів опромінення населення, яке може виникнути внаслідок використання будматеріалів, що містять природні радіонукліди, зокрема ізотопи урану, торію та калію-40 [12, 24, 26]. Законодавчо встановлюються допустимі рівні вмісту цих радіонуклідів та критерії придатності матеріалів для будівництва житлових, громадських і виробничих споруд.

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) застосовуються до випадків опромінення людей іонізуючим випромінюванням у таких умовах [13]:

1. при звичайній експлуатації індустриальних джерел іонізуючого випромінювання;
2. у медичній діяльності;
3. під час радіаційних аварій;
4. опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження.

Визначають чотири групи радіаційно-гігієнічних регламентованих показників [13, 14]:

Перша група – радіаційно-гігієнічні регламентовані величини, призначені для контролю практичної діяльності з метою утримання рівнів опромінення працівників і населення в межах допустимих стандартів, а також для забезпечення належного радіаційного стану навколишнього середовища та технологічних процесів на радіаційно-ядерних об'єктах.

(Примітка: у подальшому термін "радіаційно-гігієнічні регламентовані величини" замінюється словом "регламенти").

Друга група – регламенти, що обмежують опромінення людини під час медичних процедур.

Третя група – регламенти, спрямовані на зниження дози опромінення населення шляхом втручання у разі радіаційних аварій.

Четверта група – регламенти, які передбачають обмеження опромінення населення від техногенно-підслених природних джерел через застосування втручання.

Регламенти четвертої групи мають на меті знизити рівень хронічного опромінення людини від джерел природного походження, посилені техногенними впливами

Система протирадіаційного захисту ґрунтується на впровадженні комплексу заходів (контрзаходів), які завжди передбачають втручання в

повсякденну діяльність людини або у сфери господарської та соціально-побутової інфраструктури територій.

Підставою для ухвалення рішення щодо доцільності впровадження певного контрзаходу є оцінка та зіставлення користі для здоров'я, що досягається завдяки зменшенню опромінення внаслідок цього втручання, із потенційною шкодою, яку може спричинити сам контрзахід [13, 15, 16].

Рівні дій визначаються на основі вимірюваних параметрів радіаційної обстановки, зокрема:

- ефективної питомої активності (А_{еф}) природних радіонуклідів у мінеральній сировині та будівельних матеріалах;
- потужності поглиненої дози (ППД) гамма-випромінювання в повітрі;
- середньорічної еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радонових ізотопів у повітрі приміщень і на робочих місцях;
- питомої активності природних радіонуклідів у питній воді;
- питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних добривах;
- питомої активності природних радіонуклідів у виробках із порцеляни, фарфору та глини;
- питомої активності природних радіонуклідів у мінеральних барвниках.

Нормативно-правове регулювання виділяє такі категорії осіб, які можуть зазнавати опромінення [13]:

- *Категорія А (персонал)* – особи, що постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання;
- *Категорія Б (персонал)* – особи, які безпосередньо не працюють з джерелами випромінювання, але через місце розташування робочих місць на об'єктах із радіаційно-ядерними технологіями можуть піддаватися додатковому опроміненню;
- *Категорія В* – все інше населення.

Значення ефективної питомої активності природних радіонуклідів у будівельних матеріалах і мінеральній сировині обчислюється як зважена сума

питомих активностей радію-226 (A_p), торію-232 (A_T) та калію-40 (A_K) за наступною формулою:

$$A_{\text{еф}} = A_p + 1,31 \times A_T + 0,085 \times A_K \quad (1)$$

де 1,31 та 0,085 – зважуючі (вагові) коефіцієнти для торію-232 та калію-40 відповідно по відношенню до радію-226.

Згідно таблиці 1.4, якщо значення $A_{\text{еф}}$ у будівельних матеріалах і мінеральній сировині не перевищує 370 Бк/кг, їх дозволено використовувати без обмежень у будь-якому типі будівництва (I клас). Матеріали із значенням $A_{\text{еф}}$ понад 370 Бк/кг, але не більше 740 Бк/кг (II клас), дозволяється застосовувати: для промислового будівництва; при будівництві автомобільних доріг. Матеріали з ефективною питомою активністю понад 740 Бк/кг, але не більше 1350 Бк/кг (III клас), можуть бути використані за таких умов:

У межах населених пунктів:

для будівництва підземних споруд, які вкриті шаром ґрунту товщиною понад 0,5 м, де відсутнє тривале перебування людей (із тривалістю перебування менше 50% робочого дня).

Поза межами населених пунктів:

- для будівництва доріг;
- для зведення гребель;
- для інших об'єктів, призначених для короткочасного перебування людей.

Таблиця 1.4. Рівні дій та регламент використання

№ з/п	Параметр	Показник	Сфера використання
1	Ефективна питома активність природних радіонуклідів у будівельних матеріалах і мінеральній сировині	$A_{\text{еф}} \leq 370$ Бк/кг	I клас. Будівництво без обмежень.
		$370 < A_{\text{еф}} \leq 740$ Бк/кг	II клас. Промислове будівництво; будівництво шляхів.
		$740 < A_{\text{еф}} \leq 1350$ Бк/кг	III клас. Для будівництва підземних споруд,

№ з/п	Параметр	Показник	Сфера використання
			покрытих ґрунтом понад 0,5 м; Для будівництва доріг, гребель, інших об'єктів з малим часом перебування людей (за межами населених пунктів).
		$A_{ef} \leq 3700$ Бк/кг	Облицювальні матеріали з естетичною цінністю (окремі регламенти).
2	Потужність поглиненої в повітрі дози (ППД) гамма-випромінювання у будівлях та приміщеннях	ППД = 4,4 нГр/с (30 мкР/год)	Приміщення для постійного перебування людей (житлові, дитячі заклади).
		ППД = 7,3 нГр/с (50 мкР/год)	Приміщення для постійного перебування людей (за винятком дитячих та лікувальних закладів).
3	Середня еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі будівель	50 Бк/м ³ для радону-222, 3 Бк/м ³ для радону-220	Приміщення для постійного перебування людей (реконструкція та будівництво)
		100 Бк/м ³ для радону-222, 6 Бк/м ³ для радону-220	Приміщення для постійного перебування людей, за винятком дитячих, санаторно-курортних та оздоровчо-лікувальних закладів
		400 Бк/м ³ для радону-222 та радону-220	Обов'язкові контрзаходи при перевищенні норм у спеціальних закладах.
4	Питома активність природних радіонуклідів у воді джерел господарчо-питного водопостачання	100 Бк/кг для ²²² Rn, 1 Бк/кг для Урану, 1 Бк/кг для ²²⁶ Ra та ²²⁸ Ra	Джерела господарчо-питного водопостачання (артезіанські свердловини)
5	Питома активність природних радіонуклідів у мінеральних добривах	1,9 кБк/кг для добрив, що не пилять (гранульовані)	Мінеральні добрива для сільського господарства
		1,9 кБк/кг для добрив, що пилять (негранульовані)	Мінеральні добрива для сільського господарства

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПТІЇВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єкту дослідження

2.1.1. Адміністративне та географічне положення родовища

В адміністративному відношенні Тептіївське родовище гранітів знаходиться на лівому березі р. Рось на землях Богуславської територіальної громади Обухівського району Київської області, в 1,5 км на південний захід від с. Тептіївка. Ділянка родовища розташована в межах аркушу М-36-ХІХ геологічної карти масштабу 1:200 000 та аркушу М-36-86 топографічної карти масштабу 1:100 000 [17].

Обухівський район, із адміністративним центром у м. Обухів, утворено у липні 2020 р., згідно Постанови Верховної Ради України «Про утворення та ліквідацію районів» № 807-ІХ від 17.07.2020 р.

На півночі Обухівський район межує із м. Київ та Фастівським районом, на заході – з Білоцерківським, на сході – з Бориспільським районами Київської області, на півдні – із Звенигородським та Черкаським районами Черкаської області.

До складу Обухівського району входять 200 населених пунктів у 9 територіальних громадах. Площа району складає 3 635,3 км², чисельність населення, станом на 2020 р., становила 229 518 осіб.

Богуславська територіальна громада знаходиться у південній частині Київської області, де на півночі межує із Миронівською громадою Обухівського району та Рокитнянською громадою Білоцерківського району, на заході – із Таращанською, на сході – із Миронівською, на півдні – із Корсунь-Шевченківською громадою Черкаського району та Стеблівською громадою Звенигородського району Черкаської області. У межах Богуславської громади, з адміністративним центром у м. Богуслав, налічується 1 міська рада та 13 сільських рад. Площа громади становить 493,32 км², населення міської громади на 2020 р. – 26 582 осіб.

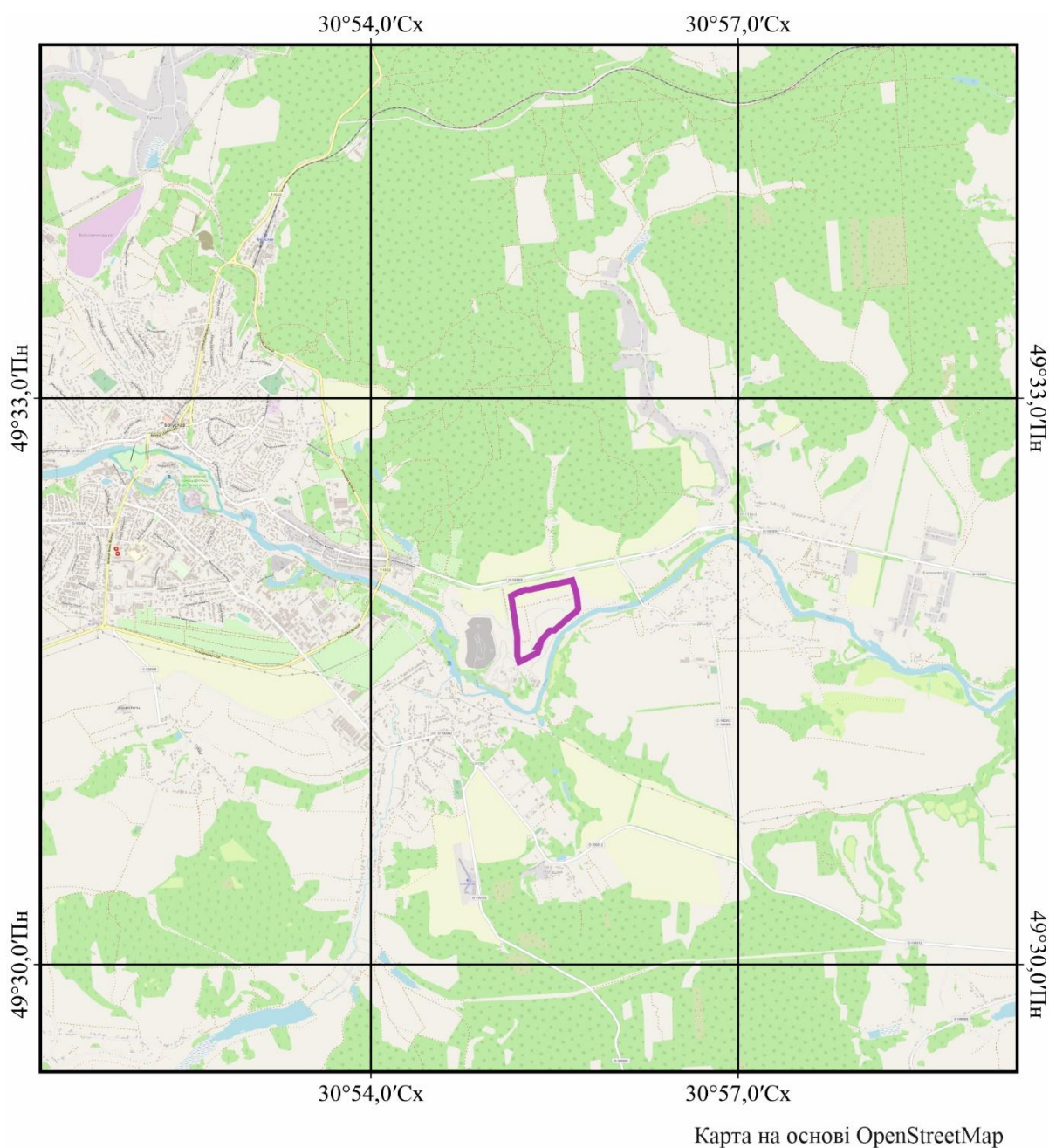
Промисловість Богуславської територіальної громади представлена, в основному, підприємствами легкої, переробної та добувної галузі. Найбільш крупними підприємствами харчової продукції у межах громади є ПрАТ «Богуславський маслозавод», ТОВ «Богуславський завод продтоварів», ВАТ «Богуславський консервний завод», виробництва промислового обладнання – АТ «Завод «Муліт», текстилю – ТДВ «Богуславська суконна фабрика», будівельних матеріалів – ТОВ «Богуслав Керамік», ТОВ «Дибинецький цегельний завод», будівництво – філія «Богуславське районне дорожнє управління» ДП «Київське обласне дорожнє управління» ВАТ «ДАК «Автомобільні дороги України», МБО «Агробуд», добування корисних копалин – ТОВ ВП «Богуславський гранітний кар'єр», ПрАТ «Богуславський кар'єр». Виробництвом сільськогосподарської продукції займаються 60 сільськогосподарських підприємств, які спеціалізуються як у землеробстві – на вирощуванні зерна та зернобобових, соняшнику та цукрових буряків, так і у тваринництві – на виробництві молока, м'яса, яєць та риби.

Оглядова карта району робіт наводиться на рисунку 2.1.

У межах Богуславської громади виділено 4 території та об'єкти природно-заповідного фонду, а саме: регіональний ландшафтний парк «Богуславль», заповідне урочище «Турчино», ботанічна пам'ятка природи місцевого значення «Медвин дуб», геологічна пам'ятка природи місцевого значення «Відслонення Богуславських гранітів» та ряд потенційно природно-заповідних об'єктів, серед яких: група вікових дерев колишньої садиби графа Ксаверія Браницького, Дуб Козацьки на землях лісового фонду ДП «Богуславський лісгосп», гідрологічна пам'ятка природи місцевого значення – Морозівська скеля, ландшафтно-дендрологічний парк – Лісова криниця.

Основним транспортним сполученням, яке проходить через громаду, є автомагістраль Т-10-22, що поєднує між собою міста Миронівка – Богуслав – Київ – Фастів – Біла Церква – Тараща – Звенигородка.

На території Богуславської громади поширені родовища та прояви неметалічних корисних копалин, зокрема: сировини для облицювання та виготовлення будівельних матеріалів, сировини для металургії.



Масштаб 1:100 000

Система координат – WGS-84

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:



– Тептіївське родовище гранітів Обухівського району Київської області

Рис. 2.1. Оглядова карта району робіт

2.1.2. Геоморфологія, орогідрографія, клімат території дослідження

Геоморфологічні особливості території дослідження Богуславської громади визначаються її розташуванням у межах Придніпровської височини та двох структурно-геоморфологічних районів: Таращанської сильно розчленованої акумулятивно-ерозійної височини та Росинської водно-льодовикової прохідної долини.

Таращанська акумулятивно-ерозійна височина займає південно-східну частину території дослідження та почала своє формування з підняттям території, яке розпочалося в пізньому пліоцені та продовжувалось протягом четвертинного часу.

Акумулятивно-денудаційний тип рельєфу є основним структурно-генетичним типом, де відмічаються деякі переважання денудаційних процесів, що різною мірою проявились на окремих ділянках та викликали диференційованість тектонічної активності.

У районі м. Богуслав виділено водно-льодовикову прохідну долину ранньодніпровського часу, відклади якої перекривають нижньоплейстоценові утворення Пра-Росі. Морфологічно долина зовсім не виражена, знівельована подальшими денудаційно-акумулятивними процесами.

Долини річок, окрім великих, у межах Таращанської височини часто не сформовані, з неширокими заплавами (до 200,0 м) та асиметричними схилами. У межах долин простежуються два терасових рівні.

Суттєву роль у сучасному рельєфі Таращанської височини відіграє яружно-балкова мережа, де вріз балок досягає 50,0-60,0 м, схили круті, здебільшого залісені. Ширина балок сягає 1,0-1,5 км, днища зазвичай плоскі та сухі. Місцевим базисом ерозії для ярів, найчастіше, є рівень високої заплави.

Росинська водно-льодовикова прохідна долина розташована в північно-західній частині території дослідження, простягається зі сходу на захід та являє собою алювіально-флювіогляціальний ерозійно-акумулятивний структурно-генетичний тип нижньоплейстоцен- голоценового формування. Ширина долини становить 10,0-18,0 км, абсолютні відмітки поверхні коливаються в межах

100,0-180,0 м з нахилом у східному напрямку. З півночі на південь долина обмежена вододільним підвищенням.

Рельєф Росинської долини слабо хвилястий, місцями розчленований балковою мережею. Балки неширокі (0,2-0,3 км), слабо розгалужені та мають неглибокий вріз до 10,0-20,0 м, виположені схили – 0,5-3°.

Річкові долини сформовані із заплавами, терасами та переважно асиметричними схилами.

Найбільшою є долина річки Рось, що має добре оформлений профіль з терасовими рівнями. Ділянка долини Росі в районі с. Мисайлівка, м. Богуслав та нижче має відносно симетричний каньйоноподібний профіль.

Заплава по всій протяжності двостороння, ускладнена слабо вираженими нерівностями, старичними пониженнями глибиною до 3,0 м, ерозійними останцями (переважно на ділянках виходу на денну поверхню кристалічних порід). Ширина її від 50,0 м до 1,2 км. Складена заплава піщано-глинистими відкладами [17].

В межах Богуславської громади протікають річки Рось, Хоробра, Боярка, Нехворощ, Богуславка та Фоса.

Річка Рось є найбільшою річкою у межах території досліджень, що безпосередньо впливає на геолого-гідрогеологічні умови Тептіївського родовища гранітів.

Річка Рось є правою, однією з найбільших приток річки Дніпро. Довжина річки 378,3 км, площа басейну на території України становить 12 749,0 км². Ширина річища у середній течії до 50,0 м, ширина заплави – від 0,2-0,3 км до 2,0-2,5 км, терасована. Нахил річки становить 0,61 м/км.

Річкова мережа басейну р. Рось розвинена добре. Коефіцієнт її густоти, з урахуванням річок менше 10,0 км, становить 0,38 км/км², без урахування – 0,31 км/км². Басейн річки Рось належить до зони достатньої вологості.

В басейні річки Рось у межах Богуславської громади знаходиться водозабір питного водопостачання.

Річка Хоробра – права притока річки Рось. Бере початок у південній частині с. Медвина. Впадає до річки Рось в межах північної частини смт. Стеблів. Довжина річки становить 29,0 км, площа басейну – 287,0 км². Нахил річки складає 3,2 м/км.

Річка Боярка – ліва притока річки Гнилий Тікич (басейн Південного Бугу). Довжина річки 33,0 км, площа басейну – 196,0 км². Долина річки подекуди заболочена, пересічна ширина її складає 1,7 км. Ширина річища до 1,2 км. Похил річки – 2 м/км.

Клімат Богуславської громади помірно континентальний, м'який, з достатнім зволоженням.

Середньорічна температура в межах району робіт, за даними метеостанції Миронівка, розрахована на основі інформації метеорологічних спостережень за період з 2018 по 2023 роки та становить +10,1°C, мінімальне значення – -21,4°C, максимальне значення – +35,3°C.

Середньорічна вологість повітря, відповідно до даних метеостанції Миронівка за період з 2018 по 2023 роки, складає 72,0 %. Середня кількість опадів за даний період становить 529,2 мм. Середнє значення снігового покриву – 10,3 см.

Переважаючими напрямками вітру у межах району досліджень є західний і південний із середньою швидкістю 2,4 м/с.

2.1.3. Геологічна будова району робіт та родовища

Територія району робіт розташована у межах аркуша Державної геологічної карти України М-36-ХІХ (Біла Церква) масштабу 1:200 000 та Росинсько-Тікицької структурно-формаційної зони центральної частини Українського щита.

В геологічній будові району беруть участь два структурні поверхи: нижній та верхній.

Нижнім структурним поверхом є кристалічний фундамент, який складений метаморфізованими вулканогенними та осадовими породами, ультраметаморфічними та інтрузивними утвореннями архею і протерозою.

Верхній структурний поверх представлений осадовим чохлам, який залягає на денудованій та еродованій поверхні фундаменту, що має загальний пологий нахил у північно-східному напрямку, та складений майже не дислокованими горизонтальнозалягаючими осадовими породами мезозою і кайнозою.

У геологічній будові Тептіївського родовища гранітів беруть участь осадові утворення четвертинного та кристалічні породи протерозойського віку.

Зведений геологічний розріз родовища наводиться у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Зведений геологічний розріз Тептіївського родовища гранітів

№ з/п	Опис порід	Вік порід	Потужність, м	
			від	до
1	2	3	4	5
1	Ґрунтово-рослинний шар	eH	0,4	0,5
2	Суглинок лесоподібний палевий, палево-жовтий, малопластичний	dvP _{III} bg-рґ	2,6	36,2
3	Жорствяно-глиниста кора вивітрювання граніту, бурувато-сіра, з уламками вивітрілого граніту	PZ-MZ	0,6	16,1
4	Граніт вивітрілий бурувато-сірий, сильно тріщинуватий	γ_2 PR _{1um} γ_1 PR _{1um}	0,5	2,8
5	Граніт порушений вивітрюванням рожево-сірий, тріщинуватий		1,8	10,5
6	Граніт незмінений рожево-сірий, місцями сірий, переважно дрібнозернистий, слабо тріщинуватий (пройдена потужність)		26,2	84,5

Корисна копалина на Тептіївському родовищі представлена незміненими та порушеними вивітрюванням біотитовими рожево-сірими, червонувато-сірими та сірими гранітами уманському комплексу протерозою.

Уманський комплекс (γ_2 PR_{1um}, γ_1 PR_{1um}) у межах Тептіївського родовища представлений гранітом сірого, рожево-сірого та червоного кольору, крупно-середньозернистим або середньо-дрібнозернистим, міцним, щільним.

Породи даного комплексу, за ступенем впливу вивітрювання, поділяються на вивітрені, порушені вивітрюванням та незмінені.

Розкривні породи Тептіївського родовища представлені породами пухкого і скельного розкривів.

До порід пухкого розкриву віднесені ґрунтово-рослинний шар (потужність 0,4-0,5 м), суглинок лесоподібний палевий, палево-жовтий малопластичний (2,6-36,2 м), жорствяно-глиниста кора вивітрювання граніту (0,6-16,1 м).

До порід скельного розкриву віднесені вивітрілі граніти із потужністю 0,5-2,8 м.

Відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, за складністю геологічної будови Тептіївське родовище гранітів віднесено до групи родовищ простої геологічної будови (1 група).

Зазначена інформація не є конфіденційною та оприлюднена у відкритому доступі на офіційному веб-сайті Державної служби геології та надр України [18].

Супутниковий знімок Тептіївського родовища гранітів наводиться на рисунку 2.2.

Геологорозвідувальними роботами на родовищі встановлено наявність підземних вод в крихких піщано-глинистих відкладеннях четвертинного періоду, що залягають на кристалічних породах і в тріщинах кристалічних порід. Підземні води крихких відкладень не мають великого поширення і відзначаються невеликою кількістю.

На родовищі глибина залягання водоносного горизонту зони тріщин кристалічних порід встановлена на відмітці + 109-125 м. Водоносний горизонт зони тріщин кристалічних порід безнапірний. Величина коефіцієнта фільтрації становить 0,062 м³ на добу. Розрахований приток води в кар'єр при найбільшому розвитку гірничих робіт становить 791,4 м³ на добу [18].

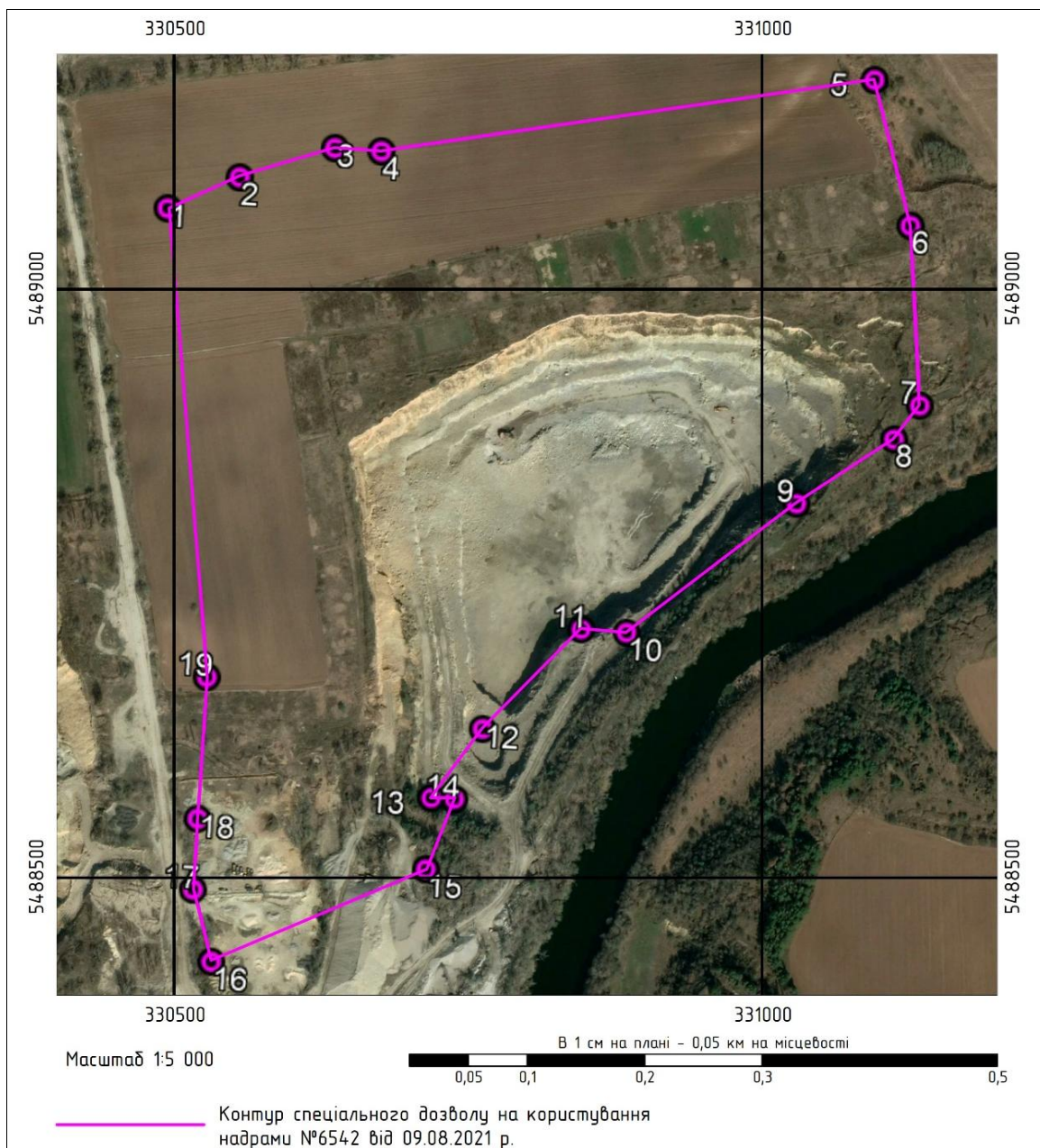


Рис. 2.2. Супутниковий знімок Тепліївського родовища гранітів. Система координат УСК-2 000 (МСК-32)

2.2. Методика проведення пішохідної зйомки для визначення ПЕД гамма-випромінювання

Безпосередньо в польових умовах заміри проводять за допомогою переносних гамма-спектрометрів або радіометрів, попередньо відкаліброваних відповідно до нормативних вимог. Прилад вмикають заздалегідь, щоб стабілізувати роботу детекторів, після чого його розміщують на висоті 1 метра

над поверхнею ґрунту або породи. Така висота вважається стандартною, оскільки вона дозволяє оцінити радіаційний фон, релевантний для впливу на людину. Замір триває зазвичай 20–60 секунд залежно від чутливості приладу, причому результати фіксують у мікрорентгенах на годину (мкР/год) або мікрозівертах на годину (мкЗв/год). Всі значення заносяться до польового журналу або вводяться у цифрову систему збору даних разом із географічними координатами пікету, зазначенням геологічного субстрату, погодних умов, наявності техногенних об'єктів, які могли б вплинути на результати.

Вимірювання ПЕД у межах родовища здійснюється дозиметром-радіометром Ecotest МКС-05 «ТЕРРА».



Рис. 2.3. Дозиметр-радіометр Ecotest МКС-05 «ТЕРРА»

2.3. Методика проведення пікетів-замірів гамма-випромінювання порід

Методика проведення пікетів-замірів гамма-випромінювання порід базується на систематичному зборі даних про рівень природної радіоактивності у межах певної геологічної ділянки. Метою є отримання кількісних показників інтенсивності гамма-випромінювання, що дозволяє оцінити радіаційний фон

порід і виявити можливі зони аномального накопичення радіонуклідів. Підготовчий етап включає ознайомлення з геологічною будовою району, попереднє зонування території та складання маршруту досліджень. Визначається відстань між пікетами, яка залежить від масштабів досліджень, геологічної неоднорідності ділянки та поставлених завдань. Як правило, для регіональних обстежень використовують пікетаж з кроком 50–100 метрів, а для детальних — 10–20 метрів [27].

Додатково здійснюється візуальний опис оголених порід, їхня текстура, колір, вологість, а за можливості — збираються зразки для лабораторного аналізу. Важливо уникати впливу сторонніх джерел випромінювання, таких як металобрухт або бетонні конструкції, які можуть спотворити результати. У разі виявлення аномально високих показників гамма-фону проводять контрольні повторні заміри та уточнення координат пікету. За результатами польових робіт будується карта розподілу радіаційного фону або георадіометричний профіль ділянки, що дозволяє виявити закономірності в просторі, а також потенційно небезпечні або перспективні з геолого-пошукової точки зору зони.

Усі дані опрацьовуються у відповідному програмному забезпеченні, коригуються з урахуванням фону, потужності випромінювання в контрольних точках та чутливості обладнання. На завершальному етапі результати інтерпретуються з урахуванням літолого-стратиграфічних особливостей порід, гідрогеологічних умов та потенційної наявності уранових, торієвих або калійвмісних мінералів. Таке поєднання методичного підходу з польовими спостереженнями забезпечує високу достовірність даних та дозволяє якісно оцінити природну радіоактивність досліджуваних геологічних утворень [28].

Радіаційно-гігієнічна оцінка родовища складається з декількох послідовних етапів:

1. Підготовчий етап. На основі наданих підприємством-замовником матеріалів щодо геологічної будови родовища, геологорозвідувальних робіт попередніх років, здійснюється аналіз наявної інформації та планування подальших польових досліджень.

2. *Польовий етап.* Проведення пішохідної радіометричної зйомки з визначенням потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання в 2-п геометрії вимірювань гірських порід у природних відслоненнях та гірничих виробках. Дана зйомка застосовується для встановлення радіоактивності гірських порід в умовах їхнього природного залягання.

Відповідно до [19], основною умовою вимірювання є відсутність технологічного забруднення.

Для визначення гамма-активності порід I-го класу радіоактивності застосовуються всі типи дозиметрів і гамма-радіометрів, які пройшли метрологічну перевірку і відкалібровані за даними гамма-спектрометрії проб у лабораторних умовах.

Одержані результати вимірів фіксуються у польовому журналі радіометричної зйомки із застосуванням знижувальних коефіцієнтів для уступів із висотою більше 1,0 м. Показники застосування знижуючих коефіцієнтів наводиться у таблиці 2.2 [19].

Таблиця 2.2. Показники знижуючих коефіцієнтів

Відстань від уступа, м	0	1	5	10	20
Коефіцієнт	1,5	1,45	1,23	1,1	1,0

В ході польової пішохідної зйомки також передбачається відбір проб для лабораторного визначення сумарної питомої активності радіонуклідів (СПАР).

Польовий етап проведення радіаційно-гігієнічної оцінки ділянок родовища відбувається із дотриманням нормативів ДКЗ України «Вимог до оцінки природної радіоактивності корисних копалин при проведенні геологорозвідувальних робіт на родовищах будівельної сировини».

3. *Камеральний етап.* Протягом камерального етапу робіт аналізуються отримані матеріали вимірювання ПЕД гамма-випромінювання, оформлення графічних додатків із винесеними профілями і пікетами пішохідної радіометричної зйомки.

Після отримання лабораторних даних щодо СПАР гірських порід із відібраних проб, формується заключний варіант звіту радіаційно-гігієнічної оцінки ділянок родовища, які заплановані до видобутку.

2.4. Відбір та підготовка проб порід корисної копалини для визначення ступня радіоактивності, методика проведення вимірювання

Відбір та підготовка проб порід корисної копалини для визначення ступня радіоактивності є важливою складовою геолого-радіометричних досліджень і має забезпечувати достовірність, репрезентативність та точність результатів. Процес починається з вибору характерних точок відбору проб, які мають відображати літологічне різноманіття та геологічну структуру ділянки. Проби відбираються безпосередньо з виводів порід, шурфів, бурових свердловин або кар'єрів. Обов'язковою умовою є уникнення зон, які зазнали впливу зовнішніх джерел забруднення, техногенного впливу або були піддані вивітрюванню. Об'єм проби має бути достатнім для забезпечення точного аналізу — зазвичай від 0,5 до 1 кг матеріалу.

Після польового етапу відібрані проби маркуються та транспортуються до лабораторії у щільно закритих контейнерах, щоб уникнути втрати дрібних фракцій та зміни вологості. У лабораторних умовах проби очищують від органічних решток, сторонніх домішок і висушують за температури не вище 105 °С до постійної маси. Після цього проводиться дроблення до розміру зерен 1–2 мм, а потім — тонке подрібнення до порошкоподібного стану, зазвичай до фракцій менше 0,1 мм. Цей етап є критичним, оскільки однорідність матеріалу забезпечує рівномірний розподіл радіонуклідів і, відповідно, точність вимірювань. Підготовлений зразок поміщають у спеціальну вимірювальну ємність – герметичну кювету або контейнер із фіксованим об'ємом, у якому зразок витримується деякий час до досягнення радіоактивної рівноваги між радоном та його дочірніми продуктами.

Вимірювання ступня радіоактивності здійснюється переважно методом гамма-спектрометрії. Зразок розміщується у свинцеву камеру детектора, що екранує зовнішнє фонове випромінювання. Для аналізу використовуються

сцинтиляційні або напівпровідникові (германієві) детектори, здатні фіксувати гамма-кванти різної енергії з високою роздільною здатністю. За спектром випромінювання визначається вміст основних природних радіонуклідів – ізотопів урану-238, торію-232 та калію-40. Кількісні результати подаються у бекерелях на кілограм (Бк/кг) або у відсотках для калію. Перед кожним вимірюванням прилад калібрується за допомогою еталонних джерел відомої активності [30].

Результати вимірювань піддаються статистичному аналізу з урахуванням похибки, чутливості приладу, тривалості експозиції та радіометричних характеристик досліджуваного зразка. У разі потреби проводяться повторні або паралельні вимірювання для підвищення достовірності. На основі отриманих даних визначається ступінь природної радіоактивності корисної копалини, який класифікується згідно з нормами радіаційної безпеки та галузевими стандартами. Отримані результати можуть бути використані для подальшої гігієнічної оцінки родовища, розробки заходів безпеки та прийняття рішень щодо можливості промислової розробки ділянки.

В ході виконання пішохідної зйомки у межах Тептіївського родовища гранітів, було відібрано та промарковано 3 зразки граніту.

Для визначення сумарної питомої активності радіонуклідів зразків корисної копалини, дані проби було відправлено на лабораторні дослідження, які виконувались гамма-спектрометричним методом у Випробувальному центрі Черкаської філії ДП «Полтавастандартметрологія».

За результатами лабораторних досліджень (текст. дод. 1), встановлено, що значення СПАР відібраних зразків порід Тептіївського родовища гранітів знаходяться в межах від 180,0 до 285,0 Бк/кг.

Дані результати дають можливість встановити, що корисна копалина Тептіївського родовища гранітів за ступенем радіоактивності відноситься до I класу ($\leq 370,0$ Бк/кг) та може використовуватись у всіх видах будівництва без обмежень, відповідно до вимог НРБУ-97 та ДКЗ України.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПРИРОДНОЇ РАДІОАКТИВНОСТІ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ТЕПТІВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ БОГУСЛАВСЬКОЇ ТГ ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ

3.1. Результати польових радіометричних вимірювань

В ході проведення польових досліджень радіаційно-гігієнічної оцінки Тептіївського родовища гранітів, було здійснено вимірювання ПЕД гамма-випромінювання гранітів за допомогою дозиметра-радіометра Ecotest МКС-05 «ТЕРРА», сертифікат відповідно якого наводиться у текст. дод 2.

Пішохідна зйомка проводилась у межах ділянок запланованих до видобутку у 2025 р.

Заміри ПЕД у фіксованих точках виконувались відповідно до вимог ДКЗ України [19], а саме: відстань між профілями становила не більше 20,0 – 25,0 м у межах одного уступу, відстань між пікетами – не перевищувала 5,0 м.

Результатом даного етапу робіт є створення 4 профілів пішохідної зйомки із 168 пікетами замірів ПЕД гамма-випромінювання порід 2 π -геометрії. Сумарна довжина профілів гамма-зйомки становить 820,0 м (таблиця 3.1).

Профіль № 1 був пройдений у межах видобувного горизонту +73 та включає в себе 43 пікети. ПЕД гамма-випромінювання порід знаходиться у межах від 18,2 до 41,8 мкР/год. Протяжність профілю становила 210,0 м.

Профіль № 2 був пройдений у межах видобувного горизонту +87 та включає в себе 67 пікетів та 1 відібрану пробу 1-Тепт-2025. ПЕД гамма-випромінювання порід знаходиться у межах від 20,0 до 50,4 мкР/год. Протяжність профілю становила 330,0 м.

Профіль № 3 був пройдений у межах видобувного горизонту +98 та включає в себе 22 пікети. ПЕД гамма-випромінювання порід знаходиться у межах від 23,1 до 49,5 мкР/год. Протяжність профілю становила 105,0 м.

Профіль № 4 був пройдений у межах видобувного горизонту +98 та включає в себе 36 пікетів та 2 відібраних проби 2-Тепт-2025 та 3-Тепт-2025. ПЕД гамма-випромінювання порід знаходиться у межах від 23,0 до 48,0 мкР/год. Протяжність профілю становила 175,0 м.

Проведення пішохідної зйомки по профілю № 2 зображено на рисунку 3.1. Проведення пішохідної зйомки по профілю № 3 зображено на рисунку 3.3.

Журнал польового вимірювання ПЕД гамма-випромінювання гранітів Тептіївського родовища наводиться у текст. дод. 3.



Рис. 3.1. Проведення пішохідної зйомки ПЕД випромінювання у межах профілю № 2



Рис. 3.2. Пішохідна зйомка по профілю № 3



Рис. 3.3. Пішохідна зйомка по профілю № 3

Розміщення профілів і пікетів вимірювання ПЕД на моделі Тептіївського родовища гранітів зображено на рисунку 3.4.

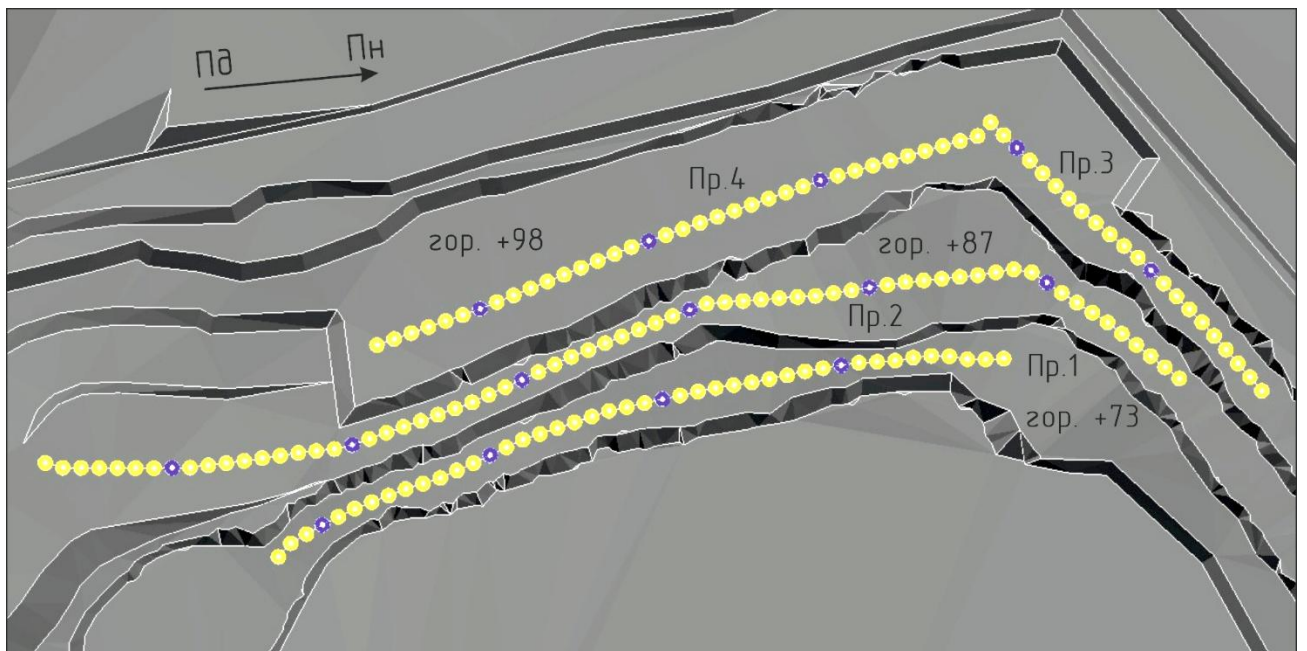


Рис. 3.4. Профілі та пікети вимірювання ПЕД на моделі Тептіївського родовища гранітів

Таблиця 3.1. Результати радіометричної зйомки Тептіївського родовища

Профіль	Кількість пікетів	Середнє значення потужності експозиційної дози з урахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год
№1	43	29,2±4,9
№2	67	32,7±8,1
№3	22	38,5±6,3
№4	36	35,3±7,0

Аналізуючи усереднені показники вимірювання ПЕД відмічаємо (рис. 3.5), що значної різниці у величині показника між профілями немає. Деяко вищими є середні значення для профілю 3, найнижчий показник зафіксовано для профілю 1. В такому випадку не є необхідним відбирати велику кількість зразків корисної копалини, адже вміст радіонуклідів буде більш-менш рівномірним.

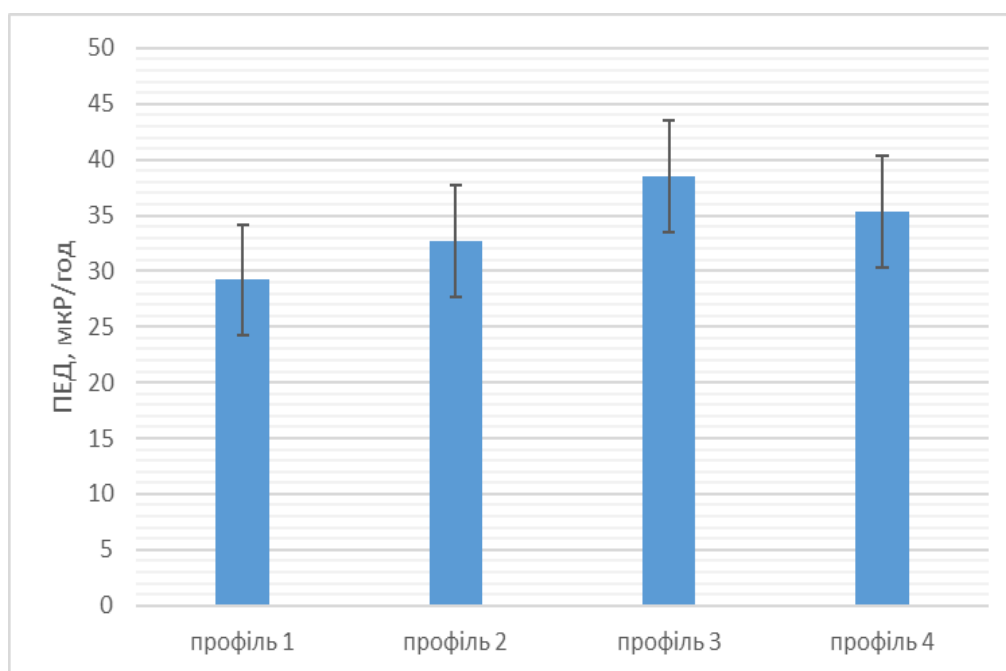


Рис. 3.5. Середні значення результатів вимірювання ПЕД Тептіївського родовища гранітів

3.2. Лабораторні дослідження відібраних зразків

В ході виконання пішоїдної зйомки у межах Тептїївського родовища гранїтїв на дїлянках запланованих видобувних робїт у 2025 р., було вїдїбрано та промарковано 3 зразки гранїту.

Для визначення сумарної питомої активностї радїонуклїдїв зразкїв корисної копалїни, данї проби було вїдправлено на лабораторнї дослідженнн, якї виконувались гамма-спектрометричним методом у Випробувальнотому центрі Черкаської філії ДП «Полтавастандартметрологїя». Атестат про акредитацїю лабораторїї наводиться у текст. дод 2.

За результатами лабораторних дослідженнь (результати вимїрювань зазначенї в текст. дод. 1), встановлено, що значеннн СПАР вїдїбраних зразкїв порїд Тептїївського родовища гранїтїв знаходяться в межах вїд 180,0 до 285,0 Бк/кг (табл. 3.2).

Данї результати дають можливїсть встановити, що корисна копалїна за ступенем радїоактивностї вїдноситься до I класу ($\leq 370,0$ Бк/кг) та може використовуватись у всїх видах будївництва без обмеженнь, вїдповїдно до вимог НРБУ-97 та ДКЗ України.

Таблиця 3.2. Результати вимїрювання сумарної питомої активностї природних радїонуклїдїв гранїту Тептїївського родовища

Зразок	Сумарна питома активнїсть, Бк/кг	Результати випробувань згїдно вимог НРБУ
Гранїт 1	255,0 \pm 29,7	$\leq 370,0$ Бк/кг (1 клас)
Гранїт 2	180,0 \pm 27,7	$\leq 370,0$ Бк/кг (1 клас)
Гранїт 3	285,0 \pm 33,4	$\leq 370,0$ Бк/кг (1 клас)

Данї результати дають можливїсть встановити, що корисна копалїна за ступенем радїоактивностї вїдноситься до I класу ($\leq 370,0$ Бк/кг) та може використовуватись у всїх видах будївництва без обмеженнь, вїдповїдно до вимог НРБУ-97 та ДКЗ України.

3.3. Рекомендації з покращення радіаційно-гігієнічної ситуації в добувній галузі

Для забезпечення радіаційно-гігієнічної безпеки у добувній галузі необхідно впроваджувати комплексні заходи, які охоплюють технічні, екологічні, медичні та організаційні аспекти. Одним із ключових напрямів є використання сучасних технологій моніторингу. Застосування автоматизованих систем постійного контролю рівнів радіації дозволяє оперативно виявляти перевищення допустимих норм та своєчасно реагувати на потенційні загрози. Водночас вдосконалення технологічних процесів видобутку та обробки корисних копалин сприяє зменшенню викидів і накопичення відходів, що містять радіоактивні елементи.

Не менш важливою є організація системи профілактичних медичних оглядів працівників, які зазнають впливу іонізуючого випромінювання, а також забезпечення їх засобами індивідуального захисту. У межах екологічного моніторингу необхідно здійснювати регулярне дослідження впливу добувної діяльності на довкілля, особливо на стан ґрунтів, водних ресурсів та біорізноманіття. Результати таких досліджень мають лягати в основу програм зниження екологічного навантаження та відновлення природних екосистем [20].

Крім того, важливу роль відіграє інформаційно-просвітницька робота серед працівників і місцевого населення, спрямована на формування культури безпеки та розуміння потенційних ризиків. Проведення систематичних навчань з правил роботи з радіоактивними речовинами підвищує рівень обізнаності персоналу та зменшує ймовірність порушення регламентів. Законодавче регулювання має забезпечувати жорсткий контроль за дотриманням встановлених норм і передбачати дієві санкції у разі їх порушення.

Додатково необхідно реалізовувати заходи з рекультивації забруднених територій і забезпечення належного зберігання радіоактивних відходів відповідно до міжнародних стандартів. Співпраця з науковими установами та міжнародними організаціями дозволяє впроваджувати найкращі практики у сфері радіаційного захисту. Розробка планів дій на випадок радіаційних аварій,

проведення навчальних тривог та створення центрів реагування сприяє підвищенню готовності підприємств до надзвичайних ситуацій.

1) Впровадження сучасних технологій моніторингу:

- Забезпечення передовими технологіями постійного моніторингу рівнів радіації на території добувних об'єктів.
- Використання систем для швидкого і автоматизованого виявлення перевищення допустимих норм.

2) Оптимізація технологічних процесів:

- Розробка та впровадження технологій, спрямованих на зменшення викидів та відходів, які містять радіоактивні речовини.
- Вдосконалення методів обробки та очищення руд з метою зменшення концентрації радіонуклідів.

3) Система профілактичних медичних обстежень:

- Впровадження системи регулярних медичних оглядів для працівників, які працюють у зоні підвищеної радіаційної активності.
- Забезпечення робочого персоналу спеціалізованими засобами індивідуального захисту.

4) Екологічний моніторинг:

- Здійснення систематичного моніторингу впливу добувної галузі на природні екосистеми.
- Вивчення можливостей зменшення впливу викидів на навколишнє середовище та впровадження заходів щодо відновлення природних екосистем.

5) Навчання та інформаційна підтримка:

- Організація систематичних навчань для працівників щодо правил та методів безпеки при роботі з радіоактивними матеріалами.
- Забезпечення публічності та інформування місцевого населення про заходи щодо радіаційної безпеки.

б) Законодавче регулювання: Строгий контроль за дотриманням встановлених норм та вживання заходів в разі їх порушення.

ВИСНОВКИ

Роботи із радіаційно-гігієнічного моніторингу включали в себе визначення потужності дози гамма-випромінювання гірських порід і встановлення величини сумарної питомої активності природних радіонуклідів (^{226}Ra , ^{232}Th та ^{40}K) у зразках корисної копалини.

В ході польового етапу, було пройдено 4 профілі пішохідної зйомки, із сумарною довжиною профілів гамма-зйомки 820,0 м, та відібрано 3 проби корисної копалини (граніт).

Потужність експозиційної дози у межах пройденого маршруту коливається від 18,2 до 50,4 мкР/год з урахуванням знижувальних коефіцієнтів для уступів із висотою більше 1,0 м.

Сумарна питома активність радіонуклідів у зразках корисної копалини, що була визначена у Випробувальному центрі ДП «Черкасистандартметрологія», знаходиться у межах від 180,0 до 285,0 Бк/кг.

Таким чином, корисна копалина ділянок планового видобутку у 2025 р. Тептіївського родовища гранітів за ступенем радіоактивності відноситься до I класу ($\leq 370,0$ Бк/кг) та може використовуватись у всіх видах будівництва без обмежень, відповідно до вимог НРБУ-97 та ДКЗ України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вижва С. А., Онищук І. І., Черняєв О. П. Ядерна фізика: підручник. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. 608 с.
Режим доступу: https://geophys.knu.ua/docs/library/2012_NuclearGeophysics_VyzhvaS_Onys_hchukI_CherniaievO.pdf (дата звернення: 04.03.2025)
2. Гудков І. М. Радіобіологія : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 504 с.
3. Закалюжний В. М. Академік Володимир Вернадський – засновник вітчизняної радіогеології / В. М. Закалюжний // Біорізноманіття України в світлі ноосферної концепції академіка В. І. Вернадського : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Полтава : Астроя, 2013. С. 18–22. Режим доступу: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11942> (дата звернення: 04.03.2025).
4. Войткевич Г. В. Виникнення та хімічна еволюція Землі. Наука, 1984. 168 с.
5. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/28401> (дата звернення: 04.03.2025).
6. Куцак А. В. Проблеми радіаційної безпеки населення, яке зазнає опромінення від природних джерел // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 49–60. DOI: 10.33145/2304-8336-2018-23-49-60.
7. Лось І. П., Павленко Т. О., Аксьонов М. В., Фризюк М. А. Проблема радону-222 в Україні // Актуальні питання гігієни та екол. безпеки України (треті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2007. Вип. 7. С. 31–32.
8. Барабаш О. М. Удосконалення способів визначення радіоактивності будівельних гірничих робіт // Вісник Житомирського інженерно-технічного інституту. Сер. «Інженерні науки». 1999.

9. International Atomic Energy Agency. Introduction to Radiation Protection: A Guide for Medical Practitioners. Vienna : IAEA, 2014. Режим доступу: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1663_web.pdf (дата звернення: 19.04.2025).
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects of Ionizing Radiation: Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York : UN, 2008. 334 p.
11. Куцак А. В. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2018. Вип. 23. С. 49–60. DOI: 10.33145/2304_8336_2018_23_49_60. Режим доступу: http://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/10576/1/Куцак_49.pdf (дата звернення: 30.04.2025).
12. Горицкий А. В., Лихтарева Т. М., Лось И. П., Сабалдирь В. П. Радиоактивність будівельних матеріалів. Київ : Будівельник, 1990. 38 с.
13. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : затв. наказом МОЗ України від 01.12.1997 р. № 62. Київ : МОЗ України, 1997. 140 с.
14. Тарасюк О. Є. Наукове обґрунтування оптимальних обсягів нормативної бази в галузі радіаційної гігієни : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Київ, 2010. 20 с.
15. Павленко Т. О. Обмеження опромінення техногенно-підсиленими джерелами природного походження : рівні опромінення, регламенти, рекомендації // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : матеріали 14 з'їзду гігієністів України. Дніпро : Арт-Прес, 2004. Т. II. С. 343–345.
16. Павленко Т. О., Аксьонов М. В., Шабуніна Н. Д. та ін. Оцінка вмісту природних радіонуклідів в індустріальних залишках підприємств // Довкілля та здоров'я. 2015. № 1. С. 21–24.
17. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія. Арк. М-36-XIX (Біла Церква), М-36-XXV (Умань). Київ : ПДРГП «Північгеологія», 2006. 165 с.
18. Спеціальний дозвіл на користування надрами № 6542 від 09.08.2021 р. та Угода № 6542 про умови користування надрами з метою видобування

- корисних копалин. Режим доступу: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/spetsialnyy-dozvil-na-korystuvannia-nadramy-vid-09.08.2021-№-6542.pdf> (дата звернення: 30.04.2025).
19. Вимоги до природної радіоактивності корисних копалин при проведенні геологорозвідувальних робіт на родовищах будівельної сировини : наказ ДКЗ України від 15.12.1997 р. № 105. Київ, 1997. 12 с.
 20. Очеретний В. П., Друкований О. М. Шляхи зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2011. № 1. С. 41–45.
 21. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna : IAEA, 2011. 303 p.
 22. Сердюк В. Р. Радіаційна небезпека населення / В. Р. Сердюк. Вінниця : Континент-ПРИМ, 1997. 24 с.
 23. Аннамухаммедова О. О., Аннамухаммедов А. О. Радіаційна небезпека : навч. посіб. [для студентів вищ. навч. закл.] / О. О. Аннамухаммедова, А. О. Аннамухаммедов. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. 30 с.
 24. Войтюк Д. О., Ковальський В. П. Вплив опромінення джерел природного походження на людину [Текст] / Д. О. Войтюк, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених», 10–11 травня 2019 р. Черкаси : ЧПБ, 2019. С. 16–17.
 25. Христич О. В., Ковальський В. П., Бурлаков В. П. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів [Текст] / О. В. Христич, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. «Прикладні науково-технічні дослідження», 2019.
 26. Бурлаков В. П., Ковальський В. П. Джерела радіоактивності [Текст] / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів «Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених», 10–11 травня 2019 р. Черкаси : ЧПБ, 2019. С. 13–14.

27. Швець В. В., Бондар А. В., Друкований О. М. Аналіз радіоактивності будівельних матеріалів для житлового та громадського будівництва [Електронний ресурс] / В. В. Швець, А. В. Бондар, О. М. Друкований. ВНТУ, 2017. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19491> (дата звернення: 04.03.2025)
28. Друкований М. Ф., Ковальський В. П., Бурлаков В. П. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів [Електронний ресурс] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали XLIX наук.-техн. конф. підрозд. ВНТУ, Вінниця, 27–28 квітня 2020 р. Електрон. текст. дані. 2020. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-> (дата звернення: 04.03.2025)
29. Sundal A. V., Jensen C. L., Anestad K., Strand T. Anomalously high radon concentrations in dwellings located on permeable glacial sediments / A. V. Sundal, C. L. Jensen, K. Anestad, T. Strand // J. Radiol. Prot. 2007. Vol. 27. P. 287–298.
30. Павленко Т. О. Радіаційно-гігієнічна оцінка доз опромінення населення України від техногенно-підсилених джерел природного походження : дис. ... докт. біол. наук : 14.02.01 / Т. О. Павленко. Київ, 2010. 253 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

ЧЕРКАСЬКА ФІЛІЯ
 ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА "ПОЛТАВСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-
 ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ"
 (вул. Гоголя, будинок 278, м. Черкаси, Черкаська обл., Україна, 18002)

ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
 АКРЕДИТОВАНИЙ НАЦІОНАЛЬНИМ АГЕНСТВОМ З АКРЕДИТАЦІЇ УКРАЇНИ
 НА ВИПРОБУВАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019
 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT)
 АТЕСТАТ ПРО АКРЕДИТАЦІЮ № 20632 чинний до 01.04.2028



20632

Випробування

ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ
 ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТА ПРОДУКЦІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
 (18002, Черкаська обл., м. Черкаси, вул. Гоголя, будинок 278 тел. (0472) 332698, тел. (0472) 543898
 e-mail: lab@st.ck.ua, lab-cherkassy@ukr.net)



Затверджую

Начальник випробувального центру
Черкаської філії

ДП "Полтавастандартметрологія"

С.А. Сотник

10.01.2025 р.

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Замовник: [REDACTED]

Об'єкти випробувань та реєстраційні номери:
 0194. Граніт 1-Тепт-2025, дата відбору 10.01.2025 р.
 0195. Граніт 2-Тепт-2025, дата відбору 10.01.2025 р.
 0196. Граніт 3-Тепт-2025, дата відбору 10.01.2025 р.

Об'єкт: Тептійське родовище гранітів.

Акт відбору зразків: [REDACTED]

Мета випробувань: Випробування зразків продукції на відповідність вимогам НРБУ-97 "Норми
 радіаційної безпеки України".

Додаткові відомості: [REDACTED]

Черкаська філія
 ДП «ПОЛТАВАСТАНДАРТАМЕТРОЛОГІЯ»
 ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

Цей протокол не може бути частково відтворений, тиражований та розповсюджений як офіційний документ
 без дозволу випробувального центру.

Будь-яка копія дійсна після завірення підписом відповідальної особи та печаткою випробувального центру.

Ф ВЦ 7.8-01 (ред. 2.2024) від 18.06.2024

Протокол

Сторінка 3

Всього сторінок 4

Результати випробувань

№ 0194

Назви показників, одиниці виміру	Позначення НД на метод випробувань	Значення показників по НД	Результати випробувань	Розширена невизначеність	Відмітка про відповідність
Радіонукліди					
Сумарна питома активність природних радіонуклідів (Асум), Бк/кг	Методика виконання вимірювань питокої (об'ємної) активності радіонуклідів у лічильних зразках об'єктів технологічних та природних середовищ, Київ, 2011	До 370 (I клас). Понад 370 до 740 (II клас). Понад 740 до 1350 (III клас)	255,0 (I клас)	$U = \pm 29,7$	Відповідає (p=0,99)

№ 0195

Назви показників, одиниці виміру	Позначення НД на метод випробувань	Значення показників по НД	Результати випробувань	Розширена невизначеність	Відмітка про відповідність
Радіонукліди					
Сумарна питома активність природних радіонуклідів (Асум), Бк/кг	Методика виконання вимірювань питокої (об'ємної) активності радіонуклідів у лічильних зразках об'єктів технологічних та природних середовищ, Київ, 2011	До 370 (I клас). Понад 370 до 740 (II клас). Понад 740 до 1350 (III клас)	180,0 (I клас)	$U = \pm 27,7$	Відповідає (p=0,99)

№ 0196

Назви показників, одиниці виміру	Позначення НД на метод випробувань	Значення показників по НД	Результати випробувань	Розширена невизначеність	Відмітка про відповідність
Радіонукліди					
Сумарна питома активність природних радіонуклідів (Асум), Бк/кг	Методика виконання вимірювань питокої (об'ємної) активності радіонуклідів у лічильних зразках об'єктів технологічних та природних середовищ, Київ, 2011	До 370 (I клас). Понад 370 до 740 (II клас). Понад 740 до 1350 (III клас)	285,0 (I клас)	$U = \pm 33,4$	Відповідає (p=0,99)

Черкаська філія
ДП «ПОЛТАВАСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ»
ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР

Цей протокол не може бути частково відтворений, тиражований та розповсюджений як офіційний документ без дозволу випробувального центру.

Будь яка копія дійсна після завірення підписом відповідальної особи та печаткою випробувального центру.



НАЦІОНАЛЬНЕ АГЕНТСТВО З АКРЕДИТАЦІЇ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН УКРАЇНИ З АКРЕДИТАЦІЇ

АТЕСТАТ ПРО АКРЕДИТАЦІЮ



Зареєстрований у Реєстрі

02 травня 2024 року *

за № 20632

дійсний до 01 квітня 2028 року

Дата первинної акредитації: 16 квітня 2010 року

НАЦІОНАЛЬНЕ АГЕНТСТВО З АКРЕДИТАЦІЇ УКРАЇНИ ЦИМ ЗАСВІДЧУЄ
КОМПЕТЕНТНІСТЬ

**Випробувального центру ЧЕРКАСЬКОЇ ФІЛІЇ ДЕРЖАВНОГО
ПІДПРИЄМСТВА «ПОЛТАВСЬКИЙ РЕГІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-
ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ»**

Місцезнаходження юридичної особи:

36022, Полтавська обл., місто Полтава, вул. Вузька, будинок 6

Місцезнаходження органу з оцінки відповідності: 18002, Черкаська обл., місто Черкаси,
вул. Гоголя, будинок 278; 18028, Черкаська обл., місто Черкаси, вул. Сурікова, будинок 4;

18002, Черкаська обл., місто Черкаси, вул. Благовісна, будинок 189

0	4	7	2	5	9	8	7
---	---	---	---	---	---	---	---

(Код ЄДРПОУ)

ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT;
ISO/IEC 17025:2017, IDT) У СФЕРІ:

випробування харчової продукції рослинного, тваринного та біотехнологічного походження, продовольчої та сільськогосподарської сировини, води, кормів, зернових, зернобобових, технічних та олійних культур, насіння; змивів з поверхонь; ґрунтів, добрив, речовин хімічних та хімічних продуктів; засобів мийних, чистильних, парфумерно-косметичних виробів; тари скляної, посуду та виробів керамічних, скляних, металевих та з полімерних матеріалів; деревини; будівельних матеріалів, виробів та конструкцій; виробів текстильної та швейної промисловості, засобів індивідуального захисту працюючих, шкіри та виробів шкіряних галантерейних і дорожніх, взуття; виробів медичного призначення; виробів медичних, предметів санітарно-гігієнічного призначення, виробів гумових та пластмасових; обладнання технологічного для харчової та м'ясо-молочної промисловості; обладнання металообробного, машин ковальсько-пресових, устаткування деревообробного.

Сфера акредитації визначена додатком до цього атестата.

Додаток є невід'ємною частиною цього атестата і складається з 126 аркушів.

* На заміну виданого від 02 квітня 2023 року у зв'язку з внесенням змін.

Рішення щодо внесення змін, які стосуються наданої акредитації ООВ від 02 травня 2024 року.

В.о. директора

бульвар Тараса Шевченка, будинок 23, Київ, 01032

Сергій КОСТЮК

Зареєстровано у журналі обліку за № 1419 А

НААУ є підписантом: 1) Угоди ЕА МЛА у сферах «Випробування», «Калібрування», «Сертифікація продукції», «Сертифікація персоналу», «Сертифікація систем менеджменту», «Інспектування» та «Медичні лабораторії»; 2) Угоди ІЛАС МРА у сферах «Випробування», «Калібрування», «Інспектування» та «Медичні лабораторії»; 3) Угоди ІАФ МЛА у сферах «Сертифікація продукції», «Сертифікація персоналу», «Сертифікація систем менеджменту».

Таблиця 3.1. Журнал польової радіометричної зйомки

№ з/п	№ пікету	Назва породи	Значення ПЕД, мкР/год	Знижуючий коефіцієнт	Потужність дози з врахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год	Місця відбору проб
Профіль № 1						
1	1	Граніт	19,0	1,10	20,9	
2	2		30,0	1,10	33	
3	3		29,0	1,10	31,9	
4	4		24,0	1,10	26,4	
5	5		27,0	1,23	33,21	
6	6		20,0	1,23	24,6	
7	7		23,0	1,23	28,29	
8	8		30,0	1,23	36,9	
9	9		25,0	1,23	30,75	
10	10		20,0	1,23	24,6	
11	11		20,0	1,23	24,6	
12	12		34,0	1,23	41,82	
13	13		28,0	1,23	34,44	
14	14		25,0	1,10	27,5	
15	15		21,0	1,10	23,1	
16	16		29,0	1,10	31,9	
17	17		24,0	1,10	26,4	
18	18		27,0	1,10	29,7	
19	19		24,0	1,10	26,4	
20	20		27,0	1,10	29,7	
21	21		25,0	1,10	27,5	
22	22		18,0	1,00	18	
23	23		28,0	1,10	30,8	
24	24		22,0	1,10	24,2	
25	25		26,0	1,10	28,6	
26	26		22,0	1,10	24,2	
27	27		21,0	1,23	25,83	
28	28		32,0	1,23	39,36	
29	29		24,0	1,23	29,52	
30	30		22,0	1,10	24,2	
31	31		27,0	1,10	29,7	
32	32		30,0	1,10	33	
33	33		25,0	1,10	27,5	
34	34		32,0	1,10	35,2	
35	35		25,0	1,10	27,5	
36	36		29,0	1,10	31,9	
37	37		20,0	1,10	22	

№ з/п	№ пікету	Назва породи	Значення ПЕД, мкР/год	Знижуючий коефіцієнт	Потужність дози з врахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год	Місця відбору проб
38	38		30,0	1,10	33	
39	39		31,0	1,10	34,1	
40	40		22,0	1,10	24,2	
41	41		32,0	1,10	35,2	
42	42		30,0	1,10	33	
43	43		29,0	1,10	31,9	
Профіль № 2						
44	1	Граніт	25,0	1,23	30,75	
45	2		25,0	1,23	30,75	
46	3		24,0	1,23	29,52	
47	4		26,0	1,23	31,98	
48	5		28,0	1,10	30,8	
49	6		28,0	1,10	30,8	
50	7		28,0	1,10	30,8	
51	8		23,0	1,23	28,29	
52	9		27,0	1,23	33,21	
53	10		30,0	1,10	33	
54	11		24,0	1,10	26,4	
55	12		23,0	1,10	25,3	
56	13		23,0	1,10	25,3	
57	14		23,0	1,10	25,3	
58	15		29,0	1,00	29	
59	16		27,0	1,00	27	
60	17		26,0	1,00	26	Проба 1-Тепт-2025
61	18		29,0	1,00	29	
62	19		29,0	1,00	29	
63	20		22,0	1,00	22	
64	21		22,0	1,10	24,2	
65	22		21,0	1,10	23,1	
66	23		26,0	1,10	28,6	
67	24		27,0	1,10	29,7	
68	25		26,0	1,10	28,6	
69	26		27,0	1,10	29,7	
70	27		27,0	1,10	29,7	
71	28		28,0	1,23	34,44	
72	29		25,0	1,23	30,75	
73	30		28,0	1,23	34,44	
74	31		38,0	1,23	46,74	
75	32		28,0	1,23	34,44	
76	33		39,0	1,23	47,97	
77	34		24,0	1,23	29,52	
78	35		40,0	1,23	49,2	

№ з/п	№ пікету	Назва породи	Значення ПЕД, мкР/год	Знижуючий коефіцієнт	Потужність дози з врахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год	Місця відбору проб
79	36		26,0	1,23	31,98	
80	37		41,0	1,23	50,43	
81	38		40,0	1,23	49,2	
82	39		28,0	1,23	34,44	
83	40		41,0	1,23	50,43	
84	41		29,0	1,23	35,67	
85	42		38,0	1,23	46,74	
86	43		41,0	1,23	50,43	
87	44		25,0	1,23	30,75	
88	45		37,0	1,23	45,51	
89	46		37,0	1,23	45,51	
90	47		34,0	1,23	41,82	
91	48		26,0	1,23	31,98	
92	49		20,0	1,23	24,6	
93	50		35,0	1,23	43,05	
94	51		28,0	1,10	30,8	
95	52		36,0	1,10	39,6	
96	53		39,0	1,00	39	
97	54		25,0	1,00	25	
98	55		26,0	1,00	26	
99	56		39,0	1,00	39	
100	57		25,0	1,00	25	
101	58		34,0	1,00	34	
102	59		26,0	1,00	26	
103	60		36,0	1,00	36	
104	61		29,0	1,00	29	
105	62		21,0	1,00	21	
106	63		25,0	1,00	25	
107	64		26,0	1,00	26	
108	65		39,0	1,00	39	
109	66	20,0	1,00	20		
110	67	19,0	1,10	20,9		
Профіль № 3						
111	1	Граніт	34,0	1,10	37,4	
112	2		38,0	1,10	41,8	
113	3		44,0	1,10	48,4	
114	4		35,0	1,10	38,5	
115	5		33,0	1,10	36,3	
116	6		33,0	1,10	36,3	
117	7		21,0	1,10	23,1	
118	8		42,0	1,10	46,2	
119	9		35,0	1,10	38,5	

№ з/п	№ пікету	Назва породи	Значення ПЕД, мкР/год	Знижуючий коефіцієнт	Потужність дози з врахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год	Місця відбору проб
120	10		42,0	1,10	46,2	
121	11		43,0	1,10	47,3	
122	12		36,0	1,10	39,6	
123	13		28,0	1,10	30,8	
124	14		32,0	1,10	35,2	
125	15		45,0	1,10	49,5	
126	16		28,0	1,10	30,8	
127	17		37,0	1,10	40,7	
128	18		33,0	1,10	36,3	
129	19		29,0	1,10	31,9	
130	20		31,0	1,10	34,1	
131	21		37,0	1,10	40,7	
132	22		37,0	1,00	37	
Профіль № 4						
133	1	Граніт	23,0	1,00	23,0	
134	2		30,0	1,00	30,0	
135	3		40,0	1,00	40,0	
136	4		25,0	1,00	25,0	
137	5		30,0	1,00	30,0	
138	6		45,0	1,00	45,0	
139	7		29,0	1,00	29,0	
140	8		30,0	1,00	30,0	
141	9		34,0	1,00	34,0	Проба 2-Тепт-2025
142	10		41,0	1,00	41,0	
143	11		35,0	1,00	35,0	
144	12		34,0	1,00	34,0	
145	13		45,0	1,00	45,0	
146	14		40,0	1,00	40,0	
147	15		25,0	1,00	25,0	
148	16		40,0	1,00	40,0	
149	17		43,0	1,00	43,0	
150	18		33,0	1,00	33,0	
151	19		38,0	1,00	38,0	
152	20		34,0	1,00	34,0	
153	21		32,0	1,00	32,0	
154	22		27,0	1,00	27,0	
155	23		26,0	1,00	26,0	Проба 3-Тепт-2025
156	24		33,0	1,00	33,0	
157	25		25,0	1,00	25,0	
158	26		33,0	1,00	33,0	
159	27		30,0	1,00	30,0	
160	28		37,0	1,00	37,0	

№ з/п	№ пікету	Назва породи	Значення ПЕД, мкР/год	Знижуючий коефіцієнт	Потужність дози з врахуванням знижуючого коефіцієнту, мкР/год	Місця відбору проб
161	29		43,0	1,00	43,0	
162	30		28,0	1,00	28,0	
163	31		44,0	1,00	44,0	
164	32		42,0	1,00	42,0	
165	33		38,0	1,00	38,0	
166	34		47,0	1,00	47,0	
167	35		43,0	1,00	43,0	
168	36		48,0	1,00	48,0	