

А.О. Криворучко, к.т.н., доц.
С.С. Іськов, к.т.н., доц.
О.Л. Герасимчук, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»
О.В. Муштаєв, гірничий інженер
К.О. Муштаєв, гірничий інженер
ПП «ЖОВТЕНЬ-2000»

Дослідження та радіаційний контроль за породами в кар'єрі та готовою продукцією на Городському родовищі граніту та мігматиту з метою захисту працівників та недопущення професійних захворювань

У публікації наведено порядок дослідження та радіаційний моніторинг за породами в кар'єрі та готовою продукцією на Городському родовищі граніту й мігматиту з метою захисту працівників і недопущення професійних захворювань. Наведено методику здійснення та оцінки природної радіоактивності порід на родовищах магматичних порід та методику вимірювання питомої ефективної активності на родовищі, яку встановлюють за величиною сумарної питомої активності природних радіонуклідів (ПРН), яка визначається як виважена сума питомої активності радію-226, торію-232, та калію-40. Проаналізовано класифікацію мінеральної сировини і групи родовищ за ступенем радіоактивності. Наведено порядок визначення потужності дози гамма-випромінювання, вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання та вимірювання експресним методом питомої ефективної активності ПРН у породах. В результаті вимірювання, моделювання, геометризації та дослідження одержано моделі, що визначають зміну питомої еквівалентної дози гамма-випромінювання та питомої активності радіонуклідів у межах ділянки родовища, що досліджувалася. Наведено основні висновки та рекомендації щодо розробки Городського родовища з урахуванням радіаційного контролю.

Ключові слова: моніторинг радіаційного фону; радіаційна обстановка; геометризація; моделювання; потужність експозиційної дози гамма-випромінювання; радіаційний контроль.

Вступ. Радіаційний контроль є ключовим елементом системи безпеки праці у гірничій промисловості, особливо в умовах видобування корисних копалин, які можуть містити природні радіоактивні матеріали. В цьому випадку виконання гірничих робіт може супроводжуватися значними ризиками для здоров'я працівників, особливо через вплив радіації. Працівники, які зазнають радіаційного випромінювання без належного контролю, можуть постраждати від різних захворювань, таких як рак, порушення функцій органів та інших серйозних проблем зі здоров'ям. Тому радіаційний контроль є критично важливим елементом системи безпеки праці в гірничій промисловості, особливо в Україні, де значна частина корисних копалин розташована у регіонах з підвищеним рівнем радіоактивності. Ефективна система радіаційного контролю має першочергове значення для захисту здоров'я працівників та населення, а також для збереження навколишнього середовища.

В Україні, як і в багатьох інших країнах, існує законодавство, яке регулює можливі рівні радіації на робочому місці [1–10]. Недотримання цих норм може призвести як до штрафів та судових позовів, так і до більш серйозних правових наслідків для гірничих підприємств. Компанії, що демонструють високий рівень контролю за радіаційними ризиками, підтримують свою репутацію серед громадськості та зацікавлених сторін, що важливо для довіри споживачів, інвесторів та контролюючих органів.

Інциденти, що пов'язані з радіаційним забрудненням, можуть спричинити значні економічні витрати для гірничих компаній. Це включає витрати на штрафні санкції, на очищення забрудненого середовища, компенсації постраждалим працівникам та втрати через призупинення виробничої діяльності. Крім того може бути переглянута категорія продукції й скорочено напрями використання.

Радіаційний контроль у гірничій промисловості також є важливим для здійснення стратегічного планування гірничим підприємством та управління можливими ризиками. Використання спеціалізованих приладів для вимірювання радіоактивності, таких як дозиметри і спектрометри, дозволяє оперативно виявляти підвищені рівні радіації і вживати необхідних заходів для їх зниження. А аналіз рівнів радіації та постійний радіаційний моніторинг ситуації дозволяє виявляти потенційні загрози та вживати заходів для їх запобігання або максимально можливої мінімізації.

Отже, **актуальність та необхідність вказаної тематики є очевидними.**

Мета роботи – систематичний моніторинг радіаційного фону, збір інформації та створення моделей щодо рівнів опромінення людей, радіаційної обстановки як на об'єктах, так і в навколишньому виробничому середовищі в межах Городського родовища граніту та мігматиту для забезпечення захисту працівників від впливу іонізуючого випромінювання, запобігання професійним захворюванням та дотримання норм радіаційної безпеки.

Об'єкт дослідження – джерела радіаційного випромінювання на Городському родовищі граніту та мігматиту.

Методи дослідження – пішохідна пошукова гамма-зйомка за допомогою портативного багатофункціонального гамма-спектрометра МКС-АТ6101Д, моделювання, геометризація та побудова моделей зміни радіаційного фону в межах Городського родовища граніту та мігматиту з використанням програмного забезпечення «Surfer» та статистична обробка результатів за допомогою MS Excel.

Викладення основного матеріалу. Методика радіаційного контролю за породами в кар'єрі та готовою продукцією на відповідність вимогам НРБУ-97, що висвітлюється в цій роботі, удосконалена та систематизована ПП «ЖОВТЕНЬ-2000».

Характеристика методики оцінки природної радіоактивності порід на родовищах

Оцінка природної радіоактивності порід на родовищах містить:

- виявлення можливих радіаційних аномалій на ділянці родовища;
- визначення потужності дози гамма-випромінювання;
- встановлення величини сумарної питомої активності природних радіонуклідів.

На основі зібраної інформації визначається площа розповсюдження порід з низькою гамма-активністю, що не перевищує верхньої межі першого класу (до 370 Бк/кг).

В межах розповсюдження порід з підвищеним вмістом радіонуклідів вказані породи мають першочергове значення для визначення подальших напрямів робіт, вибору ділянок і можливого використання будівельної сировини в народному господарстві. Якщо в районі робіт переважають породи 2 та 3 класів за рівнем радіоактивності або 1 класу з сумарною активністю радіонуклідів понад 200 Бк/кг, чи є висока ймовірність виявлення ділянок з підвищеною радіоактивністю, оцінку природної радіоактивності корисних копалин здійснюють детальніше. Це реалізують шляхом ущільнення сітки вимірів з безперервним автоматичним записом потужності гамма-випромінювання (рис. 1). Щільність розвідувальних перерізів визначається необхідною надійністю вивчення розподілу природної радіоактивності в межах затверджених запасів самого родовища.

За результатами досліджень визначається група родовища за ступенем радіоактивності гірських порід, закономірність та характер розподілу радіонуклідів у гірничій масі корисних копалин. Для кожного класу порід вимірюється достатня кількість точок, яку визначають залежно від системи розробки родовища, номенклатури продукції та можливої неоднорідності розподілу радіонуклідів у сировині. За результатами вимірювань визначають інтервали та площі розвитку кожного різновиду порід за класом радіоактивності, якщо передбачається їх селективне видобування.

На стадії розвідувальних робіт також визначається радіоактивність товарної продукції за фракціями і відходами переробки та можливість їх використання в будівництві. На родовищах III групи проводяться дослідження, аналогічні II групі, але при виявленні слабоактивних порід їх зараховують до другого класу та визначають доцільність їх селективного видобування.

Вимірювання питомої ефективної активності на родовищі

Класифікація будівельних матеріалів відповідно до допустимих рівнів сумарної питомої активності природних радіонуклідів (ПРН).

Клас будівельного матеріалу встановлюється за величиною сумарної питомої активності ПРН, яка визначається як виважена сума питомої активності радію-226, торію-232, та калію-40 за формулою:

$$A_{\text{еф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 \cdot A_{\text{Th}} + 0,085 \cdot A_{\text{K}}, \quad (1)$$

де A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – питомі активності радію, торію, калію, Бк/кг.

Класифікація мінеральної сировини і групи родовищ за ступенем радіоактивності

Граничні значення сумарної питомої активності і відповідні їм рівні потужності експозиційної дози гамма-випромінювання для визначення класу будівельних матеріалів за ступенем радіоактивності такі:

1 клас, $A_{\text{еф}} < 370$ Бк/кг – будівельний матеріал може використовуватися для усіх видів будівництва без обмежень;

2 клас, $A_{\text{еф}} < 740$ Бк/кг – будівельний матеріал може використовуватися для дорожнього та промислового будівництва;

3 клас, $A_{\text{еф}} < 1350$ Бк/кг – будівельний матеріал може використовуватися для таких об'єктів:

- промислового призначення, де виключається перебування людей;
- дорожнього призначення поза населеними пунктами;

- дорожнього призначення в межах населених пунктів за умовою покриття шаром ґрунту або іншого матеріалу товщиною не менше ніж 0,5 м.

Для використання будівельних матеріалів з $A_{\text{еф}} > 1350$ Бк/кг у всіх випадках необхідно одержати дозвіл Міністерства охорони здоров'я України.

Перевищення потужності еквівалентної дози (ПЕД) над фоном не є підставою для заборони на подальше використання, і матеріал застосовується з урахуванням технологічного процесу та його впливу на радіаційну безпеку кінцевого продукту.

Значення ПЕД сировини і продукції дає орієнтовну оцінку його радіаційної безпеки. Висновок про радіаційну безпеку проводиться за результатами їх спектрометричного дослідження.

Визначення потужності дози гамма-випромінювання

У відслоненнях і в кар'єрах визначення радіоактивності проводиться паралельними профілями, орієнтованими нахрест простягання порід і мінливості гамма-поля. При пошуку місця знаходження джерела іонізуючого випромінювання варто повільно переміщати спектрометр у напрямку підвищення показань. При наближенні до радіоактивного джерела зростає частота звукових сигналів. Аномалії, що виявляються, деталізуються шляхом зменшення інтервалів спостережень із оконтуренням аномальних ділянок по площі.

На ділянках порід з гамма-активністю, що перевищує радіоактивність першого класу, визначають місця для гамма-спектрометричних досліджень на радіоактивні елементи.

Схема виконаних робіт
радіаційно-екологічних досліджень

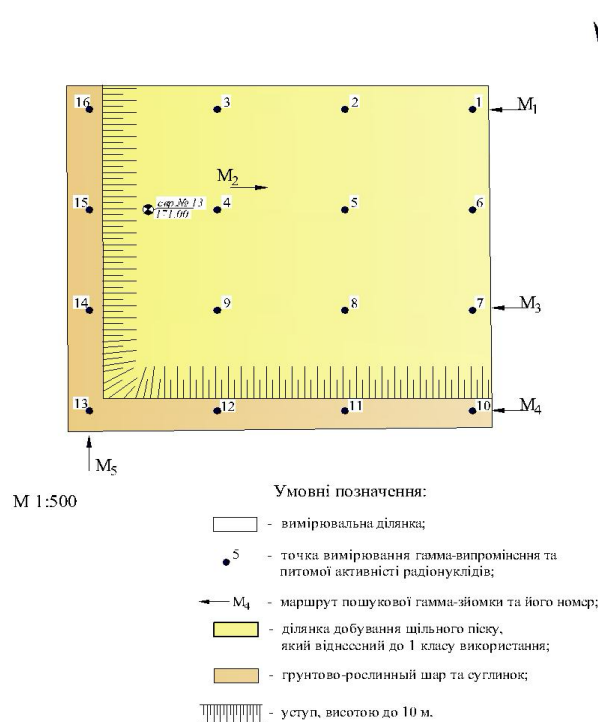


Рис. 1. Схеми виконання робіт радіаційного контролю на кар'єрі сировини

Вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання та вимірювання експресним методом питомої ефективної активності ПРН у породах

До складу радіаційного контролю відповідно до вимог ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ-97) та ДБН В.1.4-2.01-97 «Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва» належать такі показники як зазначено в таблиці 1.

До початку обстеження вибраної території (ділянки) необхідно розробити її карту-схему. Для цього використовують масштабну топографічну карту (рис. 1-2). При неможливості мати карту-схему викреслюють кроки розвідувального маршруту безпосередньо в процесі роботи на місцевості. Для цього варто мати при собі планшет і компас. По карті-схемі уточнюють маршрут обстеження, намічають опорні точки, в яких будуть проводитися вимірювання потужності дози та вимірювання питомої активності радіонуклідів (рис. 1). Геометрія маршрутів може бути різною: лінійною – від одного добре помітного, домінуючого на цій місцевості орієнтира до іншого такого ж; радіальною – від домінуючого орієнтира по радіусах; круговою, кільцевою – по зовнішньому обводу території. Дозиметрист обходить намічені маршрути по ділянці, безперервно стежачи за показаннями спектрометра МКС-АТ6101Д.

Показники радіаційного контролю та методика їх дослідження

№ з/п	Радіаційний контроль	Методика дослідження
1	Вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання родовища	Контрольні точки на висоті до 0,5 м від поверхні корисної копалини з сіткою 20 x 20 м
2	Оцінка природної радіоактивності корисних копалин	Дослідження питомої активності радіонуклідів з сіткою 40 x 40 м (6–10 точок 1-го класу)
3	Виявлення можливих радіаційних аномалій на ділянці родовища	Безперервне прослуховування вздовж профілів та визначення максимального значення з сіткою 2 x 5 м

Точки вимірювання нумерують і наносять на карту-схему, при цьому, за необхідності, вказують додаткові орієнтири (уступи, дороги, перехрестя вулиць, номери будинків тощо), що дозволяють надалі встановити місце вимірювання.

При вимірюванні A_{ef} ПРН гірських порід розташування контрольних точок вибирають таким чином, щоб відстань від уступів становила не менше 10 м. Використовують геометрію вимірювання 2 Рі. Результати вимірювань та їх похибки, відображені на рідкокристалічному індикаторі блоку обробки інформації (БОІ), заносять в журнал вимірювань. Значення A_{ef} ПРН обчислюється автоматично і виводиться на екрані БОІ при натисканні кнопки ТЕСТ.

При виявленні значень A_{ef} ПРН гірської породи, яка належить до іншого класу будівельних матеріалів, інтервал між вузлами прямокутної сітки варто зменшити для виявлення аномальних ділянок. У всіх випадках виявлення підвищеного рівня гамма-випромінювання на обстежених ділянках рекомендується повідомляти про це представникам місцевої СЕС.

При обстеженні порід природних відслонень та гірничих виробок одержані значення потужності дози гамма-випромінювання (ГВ) дають можливість провести їх попередній розподіл на класи сировини за радіоактивністю і виділити будматеріали першого класу. Основною умовою вимірювання радіоактивності гірських порід у природних відслоненнях, гірничих виробках і керні свердловин є відсутність технологічного забруднення. Для зниження впливу бічного гамма-випромінювання у відслоненнях і кар'єрах виміри здійснюються не ближче 10 м від масивів гірських порід. При проведенні вимірів у гірничих виробках необхідно використовувати екрани спеціальної конструкції для захисту детектора від впливу бічного гамма-випромінювання.

Дослідження та радіаційний контроль за породами та готовою продукцією здійснювалися на Новгородському кар'єрі Городського родовища граніту та мігматиту. Об'єми робіт наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Об'єми робіт під час дослідження Городського родовища гранітів і мігматитів

№ з/п	Назва дослідження	Характеристика досліджуваного об'єкта	Вимоги до об'єму дослідження	Запланований об'єм дослідження	
				спосіб дослідження	об'єм запланованих робіт
1	Радіаційне обстеження ділянки: а) виявлення радіаційних аномалій	Обстежена площа – $\approx 3,23$ га	а) пошукова гамма-зйомка вимірювання ПЕД ГВ	а) пішохідна пошукова гамма-зйомка на ділянці по паралельних маршрутах з сіткою 5 x 20 м з виявленням можливих радіаційних аномалій	Пішохідна пошукова гамма-зйомка на ділянці по паралельних маршрутах з сіткою 5 x 20 м
	б) вимірювання ПЕД ГВ			б) вимірювання ПЕД ГВ з деталізацією в місцях аномалій	Кількість вимірів: 291 точка на 3,23 га
	в) визначення питомої активності радіонуклідів			в) гамма-спектрометричний вимір	Вимірювання A_{ef} – на площі 3,23 га
2	Камеральна обробка	Статистична обробка, геометризація, побудова моделей, підготовка звіту			

Зведено-суміщений план з схемою виконання робіт представлено на рисунку 2. А статистичну обробку результатів вимірювання ПЕД гамма-випромінення наведено в таблиці 3.

Радіологічні дослідження були направлені на:

- виявлення радіаційних аномалій на ділянці родовища;
- вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінення;
- визначення ефективної питомої активності природних радіонуклідів видобутої сировини та продукції з неї;
- визначення радіаційної якості готової продукції.

Статистичну обробку результатів вимірювання ПЕД гамма-випромінення наведено в таблиці 2.

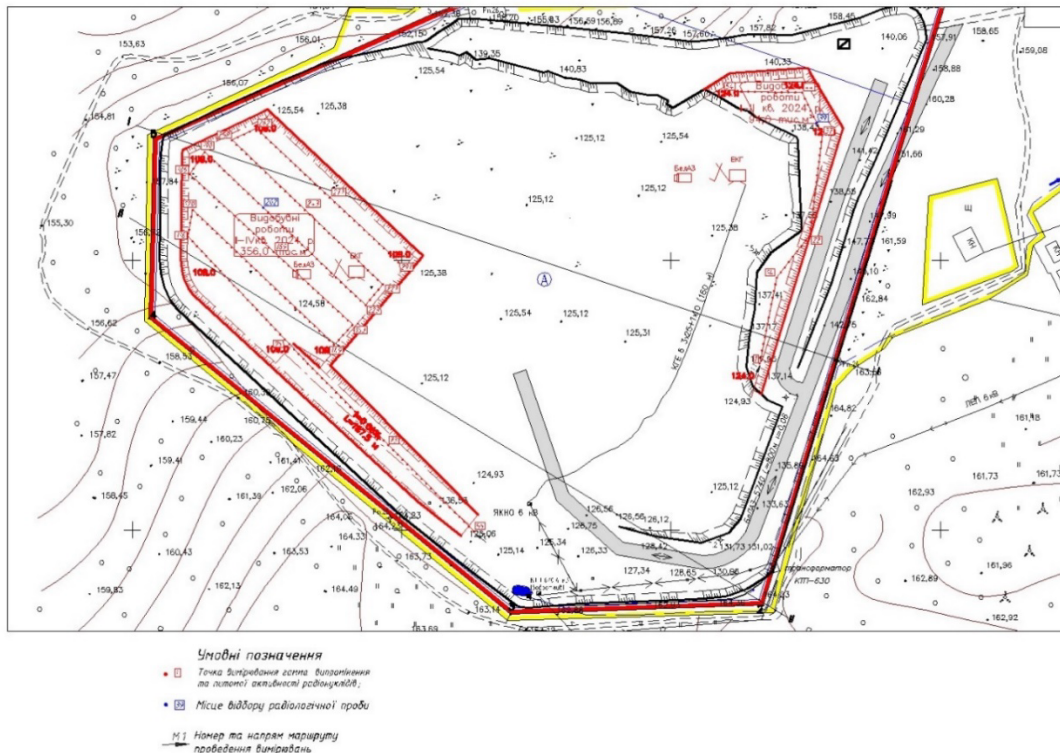


Рис. 2. Об'єкт дослідження – Городське родовище граніту та мігматиту: схема виконання робіт

Таблиця 3

Статистична обробка результатів вимірювання ПЕД гамма-випромінення

Кількість точок виміру породи в кар'єрі ПЕД ГВ	Мінімальне значення ПЕД ГВ (мкЗв/г)	Максимальне значення ПЕД ГВ (мкЗв/г)	Середнє значення ПЕД ГВ (мкЗв/г)
291	0,230 ±0,046	0,306 ±0,06	0,267 ±0,05

Площа запланованої розробки Городського родовища граніту та мігматиту обстежена пошуковою гамма-зйомкою, вимірювання ПЕД гамма-випромінення проводилися в 291 контрольній точці. Значення потужності еквівалентної дози зовнішнього гамма-випромінення на території в контрольних точках на висоті до 0,1 м від поверхні корисної копалини знаходяться в межах від 0,230 ±0,046 до 0,306 ±0,06 мкЗв/г, середнє значення становить 0,267 ±0,05 мкЗв/г. Граніт як сировина належить до порід з високою дозою гамма-випромінення.

Згідно з класифікацією мінеральної сировини гірські породи родовища зараховані до 1 класу будівельних матеріалів.

Модель, що відображає зміну питомої еквівалентної дози гамма-випромінювання в межах обстеженої ділянки Городського родовища граніту та мігматиту, представлено на рисунку 3. Моделювання здійснювалося в програмі «Surfer» методом інтерполяції kriging. Дані в точках виражені в мкЗв/г.

Перерізи по профільних лініях, що показують коливання показників у межах конкретної профільної лінії, представлено на рисунках 4–8.

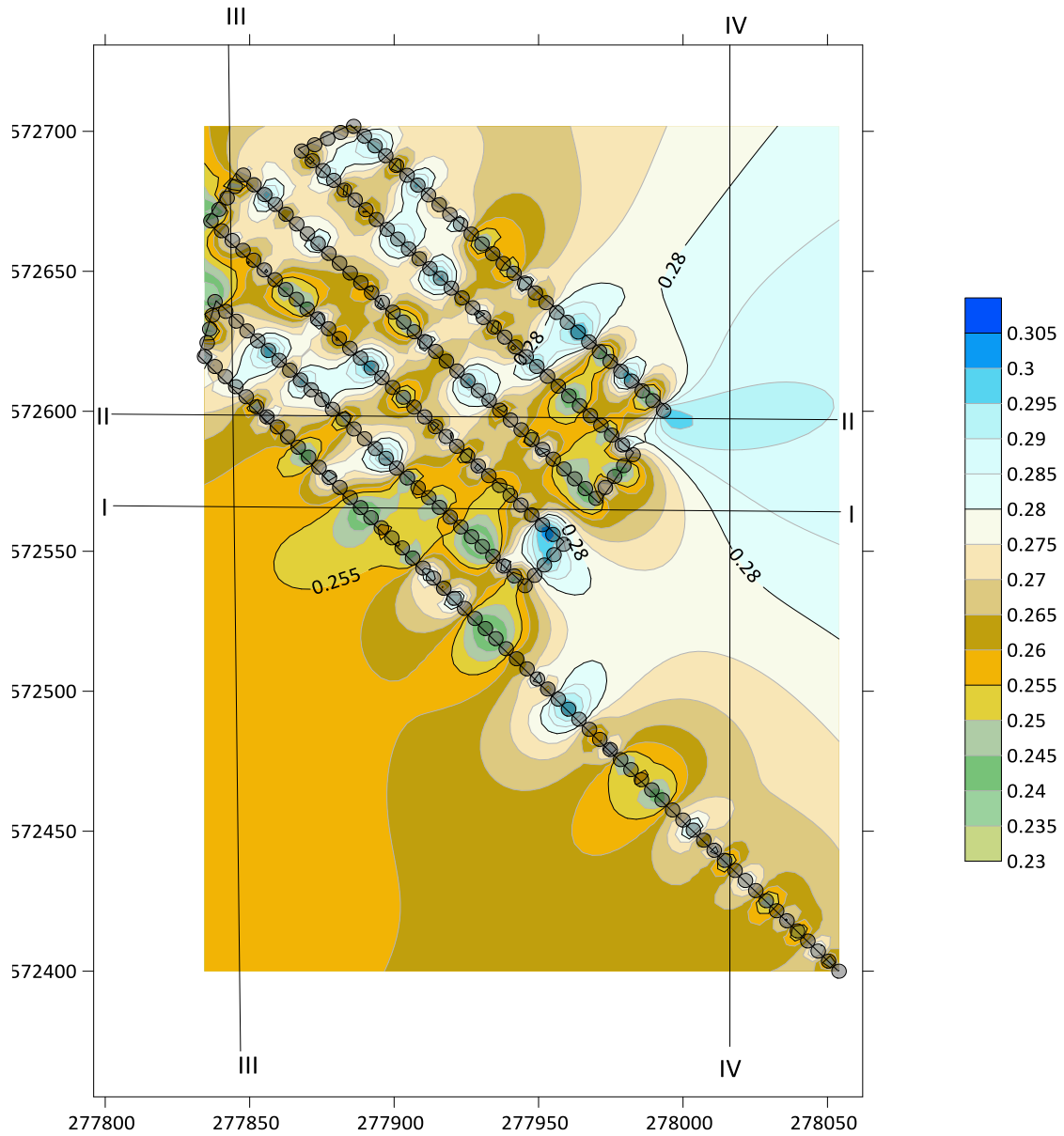


Рис. 3. Модель, що відображає зміну питомої еквівалентної дози гамма-випромінювання в межах обстеженої ділянки Городського родовища граніту та мігматиту. Значення в точках, мкЗв/г

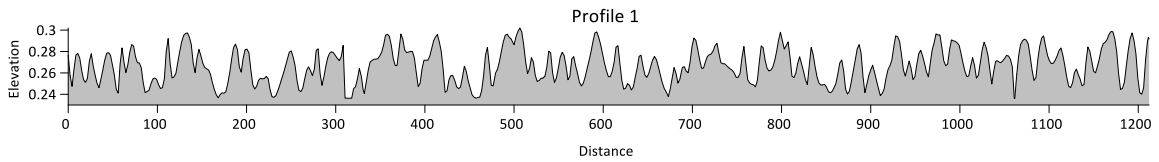


Рис. 4. Переріз по лінії виконання дослідження



Рис. 5. Переріз по лінії I-I

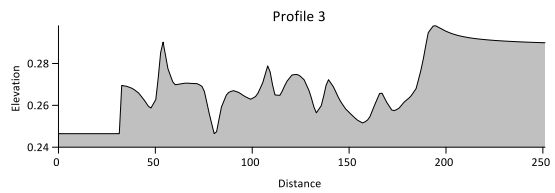


Рис. 6. Переріз по лінії II-II

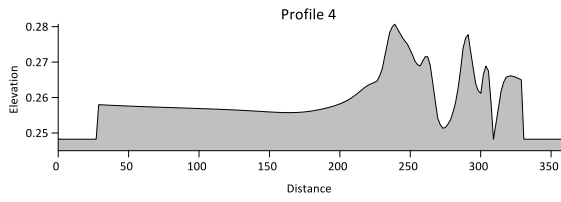


Рис. 7. Переріз по лінії III–III

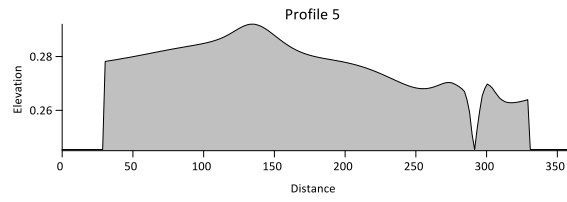


Рис. 8. Переріз по лінії IV–IV

Моделі, що відображають зміну питомої активності радіонуклідів у межах обстеженої ділянки Городського родовища граніту та мігматиту представлено на рисунках 9–12. Статистичну обробку результатів визначення питомої активності радіонуклідів зазначено в таблиці 4.

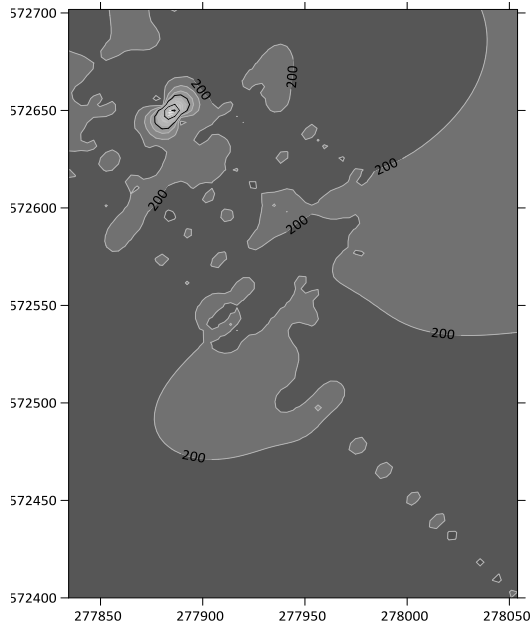


Рис. 9. Питома активність радію-226

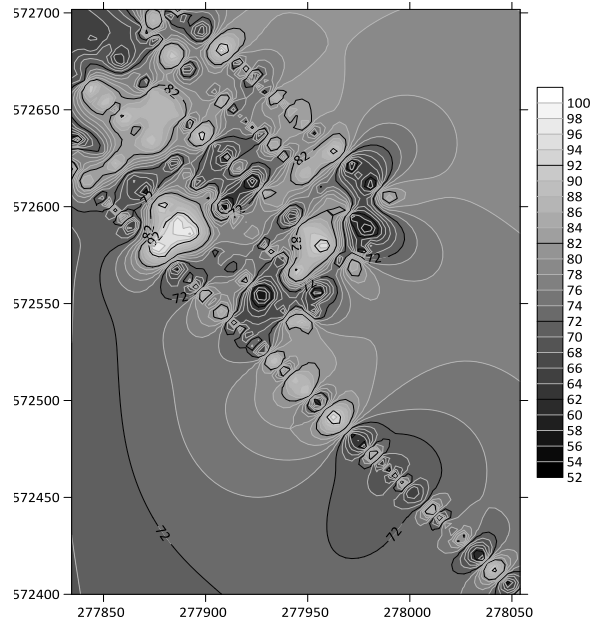


Рис. 10. Питома активність торію-232

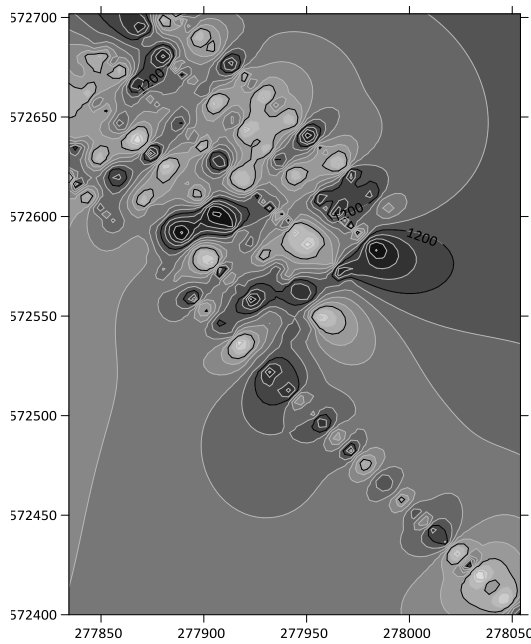


Рис. 11. Питома активність калію-40

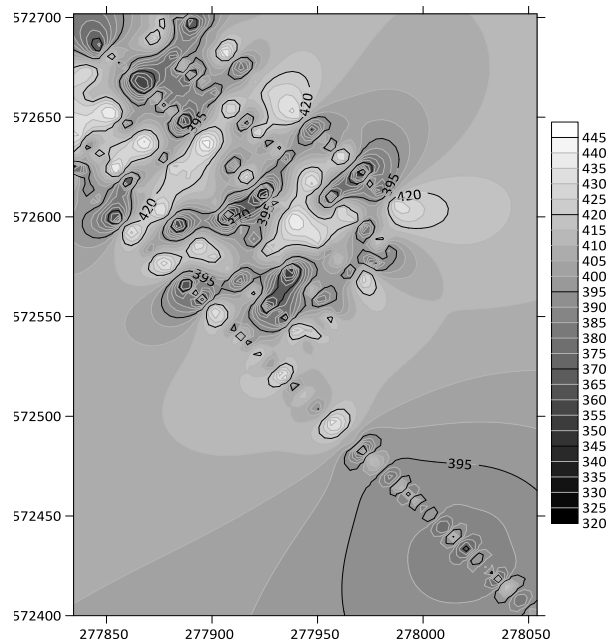


Рис. 12. Сумарна питома активність природних радіонуклідів), $A_{e\Phi} = A_{Ra} + 1,31 \cdot A_{Th} + 0,085 \cdot A_{K}$

Результати визначення питомої активності радіонуклідів

	Активність радіонуклідів Бк/кг			Ефективна питома активність ($A_{\text{еф}}$) ПРН, Бк/кг
	226Ra	232Th	40K	
Середнє	189,7	75,9	1327	401,8
Мінімальне	105,2	53,0	967	312,3
Максимальне	268,4	100,0	1687	442,6

Висновки. На дослідженій території корисної копалини (граніт) радіаційні аномалії та радіонуклідні джерела іонізуючого випромінювання не виявлені.

Середня ефективна питома активність ПРН становить – $401,8 \pm 80,4$ Бк/кг.

В загальному за середніми результатами вимірювання питомої активності природних радіонуклідів корисна копалина належить до 2 класу застосування, може бути використана для дорожнього і промислового будівництва в межах населених пунктів і зон перспективної забудови.

Для контролю радіаційної ситуації необхідно буде проводити на запланованих до розробки ділянках щорічний радіаційний контроль за породами згідно з НРБУ-97.

Список використаної літератури:

1. Про систему громадського здоров'я : Закон України від 11.04.2023 № 2573-IX станом на 11 лютого 2024 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#n840>.
2. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.91 № 1264-XII станом на 08.10.2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
3. Про метеорологію та метрологічну діяльність : Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII станом на 01.01.2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>.
4. Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання : Закон України від 14.01.98 р. № 15/98-ВР станом на 17.09.2023 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-%D0%B2%D1%80#Text>.
5. Про захист прав споживачів : Закон України від 12.05.91 р. № 1023- XII станом на 19.11.2022 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text>.
6. Про страхування : Закон України від 18.11.2021 р. № 1909-IX станом на 19.04.2024 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1909-20#n2320>.
7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : ДГН 6.6.1.-6.5.001-98.
8. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України ОСПУ – 72/87 : ДСП 6.074.120-01.
9. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд (ОВНС) : ДБН А.2.2-1-2003.
10. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1-1-2008.

References:

1. Verkhovna Rada Ukrainy (2023), *Pro systemu hromadskoho zdorovia*, Zakon Ukrainy vid 11.04.2023 No. 2573-IX stanom na 11 liutoho 2024 r., [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#n840>
2. Verkhovna Rada Ukrainy (1991), *Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha*, Zakon Ukrainy vid 25.06.91 r. No. 1264-XII stanom na 08.10.2023, [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
3. Verkhovna Rada Ukrainy (2014), *Pro meteorolohiiu ta metrolohichnu diialnist*, Zakon Ukrainy vid 05.06.2014 No. 1314-VII, stanom na 01.01.2022 r., [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>
4. Verkhovna Rada Ukrainy (1998), *Pro zakhyst liudyny vid vplyvu ionizuiuchoho vyprominiuvannia*, Zakon Ukrainy vid 14.01.98 r. No. 15/98-VR stanom na 17.09.2023 r., [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-%D0%B2%D1%80#Text>
5. Verkhovna Rada Ukrainy (1991), *Pro zakhyst prav spozhyvachiv*, Zakon Ukrainy vid 12.05.91 r. No. 1023-XII stanom na 19.11.2022 r., [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text>
6. Verkhovna Rada Ukrainy (2021), *Pro strakhuvannia*, Zakon Ukrainy vid 18.11.2021 r. No. 1909-IX stanom na 19.04.2024 r., [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1909-20#n2320>
7. *DHN 6.6.1.-6.5.001-98 Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (NRBU-97)* (1998).
8. *DSP 6.074.120-01 Osnovni sanitarni pravyla proty radiatsiinoho zakhystu Ukrainy OSPU – 72/87* (2001).
9. *DBN A.2.2-1-2003 Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshche pry proektuvanni i budivnytstvi pidpriemstv, budynkiv i sporud (OVNS)* (2003).
10. *DBN A.2.1-1-2008 Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva* (2008).

Криворучко Андрій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-3332-2631>.

Наукові інтереси:

- геометрія надр;
- видобування блочного каменю;
- геолого-економічна оцінка рудних та нерудних родовищ корисних копалин;
- захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.

E-mail: km_kao@ztu.edu.ua.

Іськов Сергій Станіславович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-9618-489X>.

Наукові інтереси:

- проектування гірничих підприємств;
- геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин;
- маркшейдерська справа.

E-mail: serga.iskov@ztu.edu.ua.

Герасимчук Олена Леонтіївна – кандидат педагогічних наук, завідувач кафедри наук про Землю Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0003-4242-0946>.

Наукові інтереси:

- безпека життєдіяльності;
- екологічна політика.

E-mail: kgt_gol@ztu.edu.ua.

Муштаєв Олег Васильович – директор, гірничий інженер, маркшейдер ПП «ЖОВТЕНЬ-2000».

Наукові інтереси:

- геометрія надр;
- гірництво;
- проектування гірничих підприємств.

E-mail: Jovten2000@2upost.com.

Муштаєв Кирило Олегович – провідний спеціаліст, гірничий інженер, маркшейдер ПП «ЖОВТЕНЬ-2000».

Наукові інтереси:

- геометрія надр;
- гірництво;
- проектування гірничих підприємств.

E-mail: Jovten2000@2upost.com.

Kryvoruchko A.O., Iskov S.S., Herasymchuk O.L., Mushtaiev O.V., Mushtaiev K.O.

Research and radiation monitoring of rocks in the quarry and finished products at the Gorodske granite and migmatite deposit to protect workers and prevent occupational diseases

The publication describes the procedure for research and radiation monitoring of rocks in the quarry and finished products at the Gorodske granite and migmatite deposit to protect workers and prevent occupational diseases. The paper presents a methodology for measuring and assessing the natural radioactivity of rocks in igneous rock deposits and a methodology for measuring the specific effective activity in a deposit, which is determined by the value of the total specific activity of natural radionuclides, which is defined as the weighted sum of the specific activity of radium-226, thorium-232, and potassium-40. The classification of mineral raw materials and groups of deposits by the degree of radioactivity is analyzed. The procedure for determining the dose rate of gamma radiation, measuring the equivalent dose rate of gamma radiation, and measuring the specific effective activity of natural radionuclides in rocks by the express method is presented. As a result of measurements, modeling, geometrization and research, models were obtained that determine the change in the specific equivalent dose of gamma radiation and specific activity of radionuclides within the field area under study. The main conclusions and recommendations for the development of the Gorodske deposit with regard to radiation control are presented.

Keywords: radiation background monitoring; radiation situation; geometrization; modeling; exposure dose power of gamma radiation; radiation control.

Стаття надійшла до редакції 03.05.2024.