

УДК 543.429.3+551.25+519.252+519.257

СТВОРЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ БАЗИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ЗРАЗКІВ ГІРСЬКИХ ПОРІД І БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗАКАРПАТТЯ

¹Стець М.В., ¹Поп О.М., ¹Маслюк В.Т., ²Чундак С.Ю.,
²Феделеш В.І., ²Чечур Є.І., ³Березовський І.Л.,
⁴Мацків Б.В., ⁴Хомутник Р.В.

¹Інститут електронної фізики НАН України, 88017, м. Ужгород, вул. Університетська, 21, oksana_por@i.ua.

²Ужгородський національний університет, 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46.

³Інститут геології та геохімії горючих копалин НАН України, 79003, м. Львів, вул. Наукова, 3А.

⁴Закарпатська геологорозвідувальна експедиція, 90200, м. Берегово, пр-т Геологів, 10.

Вступ

Закарпаття, як відомо, було і є постачальником основних будівельних матеріалів – камінню, щебеню, гравію, лісу і т.д. Будівельний бум призвів до появи багатьох приватних організацій, які добувають та поширюють цю сировину. В значній мірі зріс імпорт інших будівельних матеріалів – цементу, вапна, побутової та будівельної кераміки. В індивідуальному будівництві використовують такі матеріали, як шлаки гірничодобувних підприємств. При цьому спостерігається великий і постійний ріст використання так званих престижних оздоблювальних матеріалів із природного каменю або на його основі [1].

Таким чином, можливо, спостерігається дія техногенного трансферу радіоактивних речовин, чітко зафіксованого у порівняно “чистому” Закарпатті [2].

Радіоактивність будівельних матеріалів в значній степені визначає природний фон навколишнього середовища і, перш за все, фон житла, яка почала змінюватися внаслідок вище згаданих причин. Зокрема, збільшився в кілька разів розкид середніх значень гамма-фону приміщень.

Так як людина велику частину свого життя проводить в приміщенні, то крім природного радіоактивного опромінення вона відчуває і навантаження від техногенної зміни довкілля і, в першу чергу, від будівельних матеріалів, які використовуються при будівництві будівель.

Радіоактивність матеріалів може бути пов'язана з родовищем або отримана додатково з використанням сировини з каменоломень, кар'єрів і т.п., розміщених поблизу зон техногенного радіаційного забруднення літосфери. Таким чином, радіаційне забруднення будівельних матеріалів може бути обумовлено не тільки його походженням, але і привнесенням в нього із навколишнього середовища радіоактивних речовин-забруднювачів. Тому при виборі будівельних матеріалів треба старатися уникати використання їх з високим показником радіаційної активності, в першу чергу, для житла та громадських будівель [3].

Порівняльну оцінку будівельних матеріалів по радіаційному забрудненню можна провести по їх хімічному складу з використанням даних по характеристикам деяких важливих радіоактивних ізотопів для хімічних елементів, які входять в їх склад. Таким чином, при виборі матеріалів треба

враховувати всі вище перераховані особливості і властивості [3].

Згадані вище матеріали можуть мати значний суттєвий радіаційний фон і при довготривалій дії на людину по механізму внутрішнього опромінення можуть викликати негативні наслідки для її здоров'я [3].

Експериментальна частина

Одним із методів, який використовується на даний момент часу для аналізу вмісту радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, являється низькофонова гамма-спектрометрія з напівпровідниковим детектором. Таким чином, особливу важливість набуває гамма-спектрометричний контроль зразків будівельних матеріалів, а також порівняльний аналіз отриманих результатів з урахуванням інформації, яка уже є [3].

В Інституті електронної фізики НАН України на протязі 25 років виконувалась прикладна ядерна гамма-спектрометрія (ПЯГС) зразків різної природи: як на замовлення різних організацій та відомств, так і по власній ініціативі. За цей період накопичено певний досвід здійснення таких робіт та значний обсяг експериментальних даних. Організовані певним чином ці дані починають проявляти емерджентні властивості.

Нашою метою є дослідження цього цікавого і важливого питання, для чого і створюється та розвивається Excel-база природної гамма-активності зразків основних будівельних матеріалів, в тому числі, і зразків гірських порід промислових руд Закарпаття [4].

Практика прикладної ядерної гамма-спектрометрії зразків докільля засвідчує, що основними складовими апаратурних гамма-спектрів природної активності є РАН рядів Th232, U235, U238, K40. Ця практика засвідчує також, що співвідношення між активностями A_n РАН рядів можуть суттєво коливатися від зразка до зразка. Це, в свою чергу, свідчить, що в рядах відбулось порушення радіоактивної рівноваги (РАР). Отже, метою нашої бази на даний момент є пошук радіоактивної рівноваги. [5].

Для дослідження було відібрано 200 зразків порід та будівельних матеріалів. Після пробовідбору здійснювалася підготовка зразків до вимірювання. Проби подрібнювались, висушувались до постійної ваги, потім зважувались.

Виміри природної гамма-активності зразків здійснювались на гамма-спектрометричному пристрої СЕГ-40К-Ge. Зразки ставилися на детектор, з якого інформація поступала на обробку в ЕОМ. Вимірювання проводилися з тривалістю 4-8 години. Заодно проводилося вимірювання радіаційного фону.

В результаті вимірів отримано 10 тис. спектрів. Масив значень A_n ГАН був використаний для оцінки можливостей виявлення додаткової (латентної) інформації.

У випадку ПЯГС досліджуваним зразкам ставляться у відповідність апаратурні гамма-спектри (АГС) (рис. 1-2), таблиці результатів ідентифікації; в результаті АГС стають ідентифікованими (підписаними).

Таким шляхом створюються атласи (каталоги) АГС.

Розробці методів пошуку, виявлення латентних залежностей, як носіїв певних закономірностей, присвячений цілий напрямок досліджень в галузі інформатики та штучного інтелекту, який отримав назву "Data Mining – видобуток, розкопування даних" [6]

Для прикладу ми розглядаємо 41 зразок, серед яких: 9 – андезитів, 8 – річної гальки, 3 – філітів, решту складають: каоліни, гранітогнейси, туфи, промислові будівельні матеріали та інші.

Внаслідок програмної обробки АГС аналізатором SBS-40 отримуються потрібні експериментальні значення інтенсивностей I ліній ГАН [7].

Робочим виразом для розрахунків питомої активності A_n в зразках з використанням лінії ГАН є вираз :

$$A_n = \frac{I}{n \cdot K \cdot TB},$$

де: $I = \Delta S / TC_{ж}$ – інтенсивність лінії ГАН;
 n – квантовий вихід цієї лінії; ΔS – площа фотопіка лінії; $TC_{ж}$ – живий час виміру. TB – метрологічний коефіцієнт для цієї лінії та цієї маси K зразка.

Більш компактно табличний експериментальний матеріал може бути представлений у вигляді нуклідних спектрів зразків (НСЗ) та нуклідних спектрів типу зразка (НСТ) – графічного образу (діаграми) їх питомих активностей ГАН [7, 8].

НСТ наведено на рис. 3-6 та НСЗ на рис. 7-9. НСТ відрізняються між собою і є певною характеристикою і особливістю кожного окремо взятого зразка. НСЗ також добре відрізняються між собою від зразка до зразка. З наведених НСЗ видно, що радіоактивна рівновага у зразках порушена, що пов'язано з особливістю кожного окремо взятого зразка.

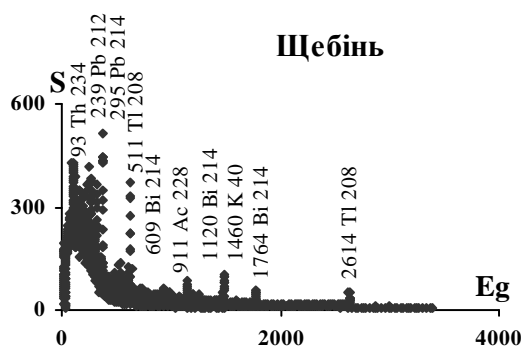


Рис.1. АГС для зразка "щебінь". S – імпульси, Eg – аналітична лінія гамма-активного нукліда

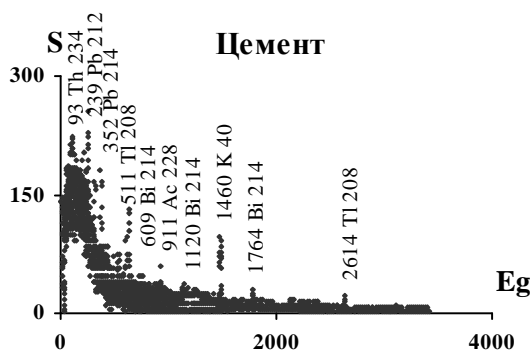


Рис.2. АГС для зразка "цемент". S – імпульси, Eg – аналітична лінія гамма-активного нукліда

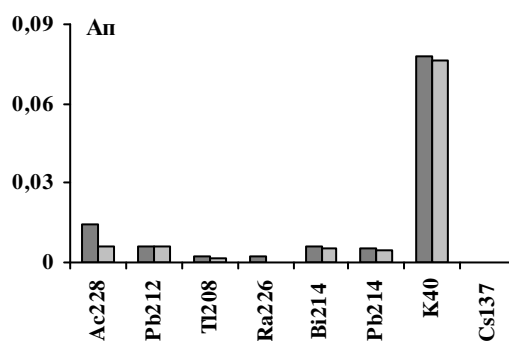


Рис.3. НСТ зразків "галька" (темно-сірий) та "андезит" (світло-сірий). Ап, Бк/кг

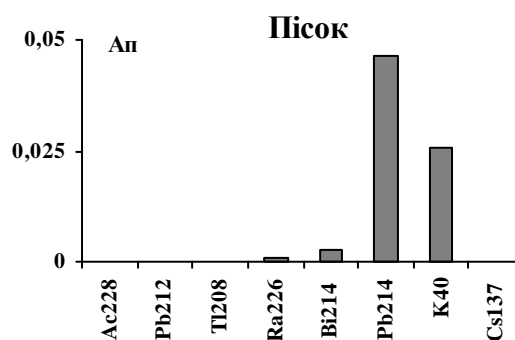


Рис.4. НСТ зразка "пісок". Ап, Бк/кг

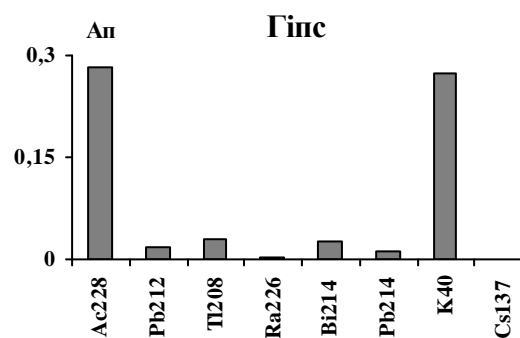


Рис.5. НСТ зразка "гіпс". Ап, Бк/кг

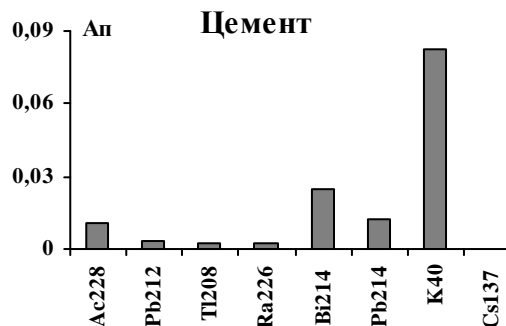


Рис.6. НСТ зразка "цемент". Ап, Бк/кг

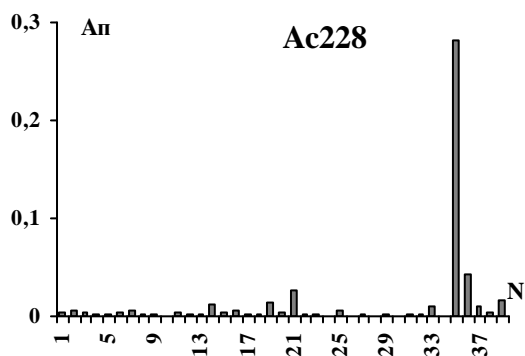


Рис.7. НСЗ Ac228. *An*, Бк/кг.
N – номери зразків.

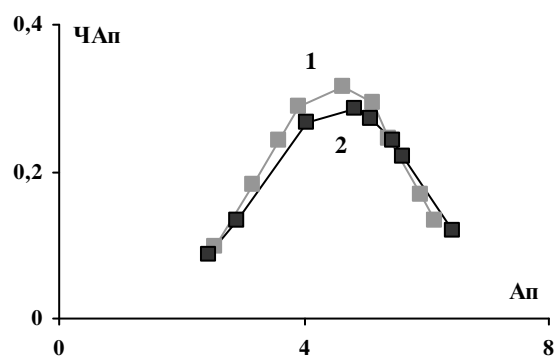


Рис.10. РЧ Ac228 для зразків "андезит" (1) та "галька" (2). *An*, Бк/кг.

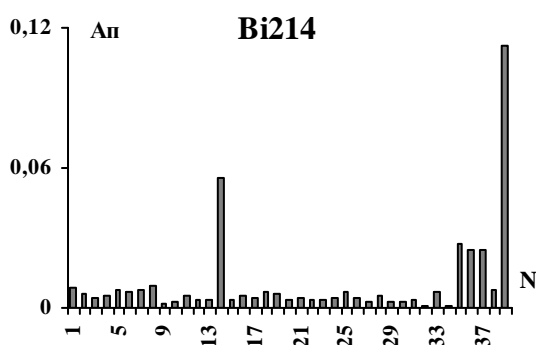


Рис.8. НСЗ Bi214. *An*, Бк/кг.
N – номери зразків.

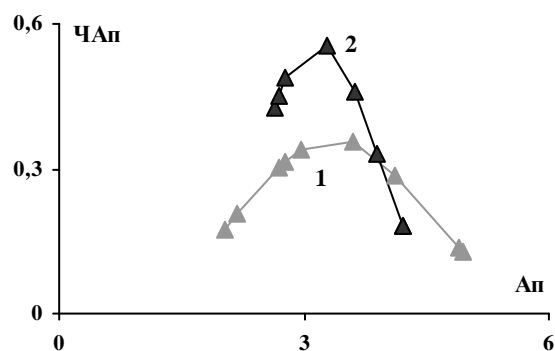


Рис.11. РЧ Pb214 для зразків "андезит" (1) та "галька" (2). *An*, Бк/кг.

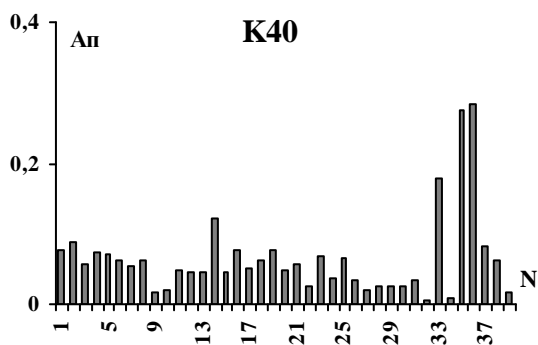


Рис.9. НСЗ K40. *An*, Бк/кг.
N – номери зразків.

На рис. 12-15 наведені РЧ для певного ізотопу для всього масиву даних, які вже є особливістю ізотопу.

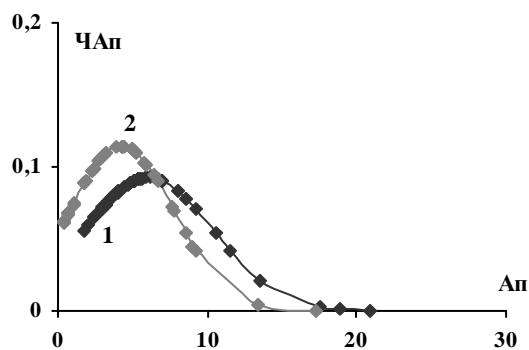


Рис.12. РЧ Ac228 (1) та Pb212 (2).
An, Бк/кг.

На рис.10-11 наведено розподіли частотей (РЧ) для андезитів та гальки. З рисунків видно, що РЧ кожної групи зразків відрізняються між собою, що є вже певною характеристикою кожного типу зразка. Також вона показує належність зразків до окремих груп, що більш наглядно видно на рис.17-18.

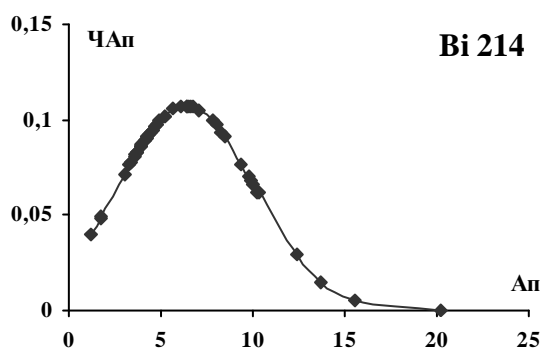


Рис.13. РЧ Bi214. Ап, Бк/кг.

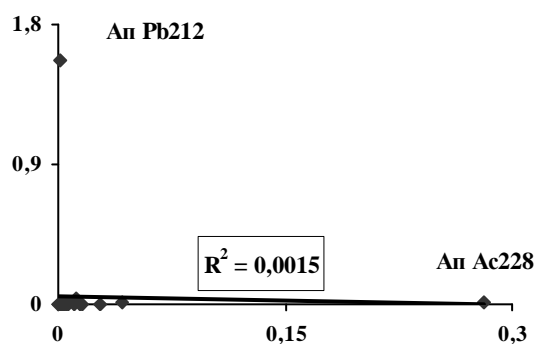


Рис.16. Діаграма “Апі – Апj”
Ап Ac228/Pb214 до факторизації.

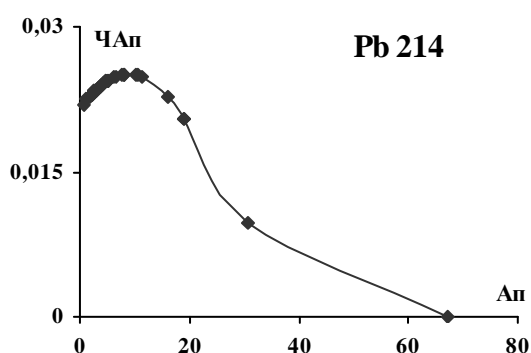


Рис.14. РЧ Pb214. Ап, Бк/кг.

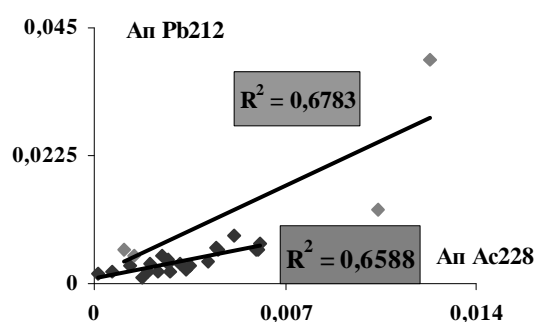


Рис.17. Діаграма “Апі – Апj”
Ап Ac228/Pb214 після факторизації.

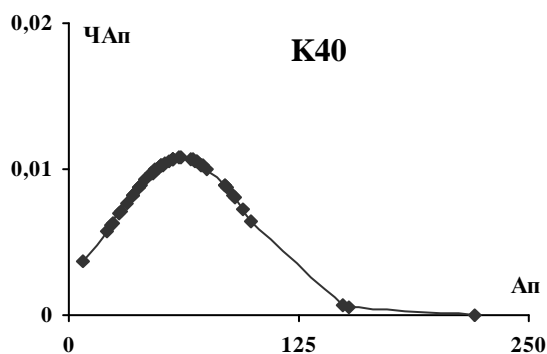


Рис.15. РЧ K40. Ап, Бк/кг.

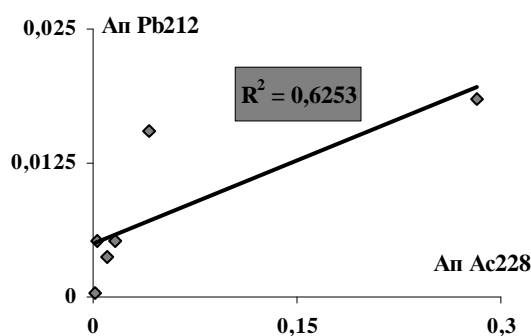


Рис.18. Діаграма “Апі – Апj”
Ап Ac228/Pb214 після факторизації.

Факторизація – розклад або об’єднання досліджуваних вибірок на фактор-множини. В нашому випадку фактором об’єднань було належність зразків до різних типів, місцезнаходження [7, 8].

На рис.16 наведено весь масив даних – до факторизації.

На рис.17-18 наведені 3 підгрупи, на які розпався масив даних – після факторизації.

Висновки

Отже, створена нами база містить апаратурні Ge(Li)-гамма-спектри зразків, результати їх обробки програмним комплексом SBS-40; питому активність для ізотопів ряду Th232, U238 і радіоактивного ізотопу K40 та Cs137. Подальша їх обробка здійснена по обробленому і перевіреному алгоритму, який включає і створення

нуклідних спектрів зразків і спектрів типу зразка; групову ідентифікацію, яка достатньо надійно факторизує вибірки значень, що і є головною функцією бази.

В подальшому дана Excel-база повинна збільшувати кількість зразків і групувати їх за роками для радіаційного контролю будівельних матеріалів, а також для отримання латентної інформації.

Література

1. Matevka O.M., Stets M.V., Maslyuk V.T., Simulik V.M., Zvenigorodsky V.V. Gamma-quanta nuclide monitoring tasks in the Carpathian region environment // International symposium on in situ nuclear metrology as a tool for radioecology, 20-23 October 2010. – Dubna, Russia – P. 74
2. Stets M.V., Matevka O.M., Maslyuk V.T. Technogenic transfer of toxic materials as the object of gamma-spectrometry of Carpathian region environment // International symposium on in situ nuclear metrology as a tool for radioecology, 20-23 October 2010. – Dubna, Russia – P. 91

3. Князева В.П. Экология. Основы реставрации. – Москва, 2005. – 400 с.

4. Стец М.В., Матевка О.М., Маслюк В.Т., Чечур Е.И., Феделеш В.И. Создание базы данных естественной гамма-активности образцов строительных материалов // Тезисы докладов VII конференция по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 21-25 февраля 2011 г. – Харьков, 2010. – С. 57.

5. Матевка О.М., Стец М.В., Маслюк В.Т. Модельні нуклідні спектри рядів Th232, U235 та U238 // Науковий Вісник Ужгородського університету. Сер. Фізика. – Вип.27. – 2010. – С. 39-44.

6. Дюк В., Самойленко А. Data Mining. Учебный курс. – Питер: СПб, 2001. – 367 с.

7. Большаков А.А., Каримов Р.Н. Методы обработки многомерных данных и временных рядов. – М: Горячая линия-Телеком, 2007. – 522 с.

8. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М: Академия, 2004. – 416 с.

THE RESEARCH DATABASE CREATION OF TRANSCARPATHIA ROCK AND CONSTRUCTION MATERIALS GAMMA- SPECTROMETRIC DATA SAMPLES

Stets M.V., Pop O.M., Maslyuk V.T., Chundak S.Y., Fedeleh V.I., Chechur E.I., Berezovsky I.L., Matsko B.V., Homutnyk R.V.

The Excel-base of gamma-spectrometry data of basic building materials, including samples of rocks and ore industry of Transcarpathia was developed. An array of gamma-active nuclides specific activity values was used to evaluate the detection of additional information – search for the radioactive equilibrium.