

# ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ РАДІОЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТІВ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Н.І. Симканич<sup>1</sup>, М.В. Стець<sup>1</sup>, Т.В. Цикун<sup>2</sup>, С.І. Чубар<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Інститут електронної фізики НАН України,  
вул. Університетська 21, Ужгород 88000  
e-mail: nuclear@email.uz.ua

<sup>2</sup> Ужгородський національний університет, 88000, Ужгород, вул. Волошина, 54

<sup>3</sup> Закарпатський державний університет, вул. Заньковецької 87б, Ужгород 88000

Представлено дані статистичного багатомірного аналізу радіоекологічних показників ґрунтів Закарпаття. Зокрема, застосовано метод кореляційного аналізу для зразків ґрунтів та намулів. Аналізується вплив антропогенних та техногенних факторів на співвідношення нуклідів ґрунтів та намулів.

## Вступ

Відомо, що життєдіяльність людини визначається сукупністю економічних, соціальних та екологічних показників, співвідношення яких визначає ступінь комфортності проживання. Екологічний фактор належить до числа найбільш важливих, що визначають ступінь захворювання чи відтворюваності суспільної громади. Останнім часом його вивченню приділена посилена увага, зокрема актуальною є проблема як встановлення параметрів екологічного моніторингу, так і розробки прогнозуючих математичних моделей.

Закарпаття є важливим регіоном для формування водних ресурсів та повітряних потоків Східної та Центральної Європи. Відомо, що гірські хребти ефективно акумулюють важкі хімічні елементи, що переносяться повітряними потоками.

Гамма-активні нукліди (ГАН) є "мітками" як геохімічних показників регіону, так і інтенсивності урбанізаційних процесів. У зв'язку з цим, актуальними є встановлення стандартів для вмісту базо-

вих мікроелементів у зразках екооб'єктів Закарпаття, в тому числі для заповідних територій, дослідження ступеню кореляційного зв'язку між ГАН, а також визначення групових ознак для точок пробовідбору за ознаками якості проживання. Останні дослідження показують, що існує залежність поглинання ґрунтом радіонуклідів від його фізико-хімічних показників, які зумовлені в свою чергу особливостями факторів ґрунтоутворення (літологічна неоднорідність ґрунтоутворних порід, висотна диференціація рельєфу).

У даній роботі показана можливість застосування багатомірної класифікації та групового (кластерного) аналізу за даними вимірювання вмісту ГАН у ґрунтах та намулах річок Закарпаття методами напівпровідникової гамма-спектроскопії. Такий же аналіз може бути застосованим для хімічних (рН, інші) показників зразків ґрунтів регіону Карпат, а також для вивчення кореляції між хімічними та радіоекологічними показниками. Предметом дослідження є просторово рознесені точки пробовідбору ґрунтів (намулів), які в

свою чергу характеризуються різними співвідношеннями вмісту ГАН техногенного та природного походження. Застосування багатовимірного моделювання покращує ступінь оцінки якості проживання населення Закарпаття та дозволяє розробити рекомендації для покращення умов проживання.

### Вибір методики дослідження, результати та їх обговорення

У даній роботі використано методи багатомірного кластерного аналізу даних радіоекологічного моніторингу на прикладі фрунтів Карпатського біосферного заповідника (КБЗ) та замулів річки Латориця (Закарпаття) [1].

Кластерний аналіз — це спосіб групування багатомірних об'єктів, заснований на представленні результатів окремих спостережень точками підходящого геометричного простору з наступним виділенням груп як «згустків» цих точок (кластерів, таксонів). Цей метод припускає виділення компактних, віддалених одна від одної груп об'єктів, відшукує «природне» розбиття сукупності на області скупчення об'єктів.

Об'єктом дослідження виступають дані радіоекологічного моніторингу Закарпаття. Відомо, що радіаційний моніторинг — це інформаційно-технічна система спостережень, оцінки та прогнозу радіаційного стану біосфери.

Основними і потенційними джерелами радіаційного забруднення в мирний

час є атомні електростанції, підприємства з виробництва ядерного палива, склади ядерної зброї, підприємства по переробці ядерних відходів, місця захоронення відходів, тощо. Натепер розглядають 2-а види радіоактивного техногенного забруднення. Це, як сказано вище, віддалені наслідки Чорнобильської катастрофи, випробувань ядерної зброї та результат експлуатації викопних ресурсів Землі: вугілля, нафта, руди. Це може призвести до зміни рівноваги у природних радіоактивних рядах урану та торію.

Метою проведеного багатомірного статистичного дослідження є:

- встановлення матриці кореляцій вмісту ГАН у зразках екооб'єктів, зокрема, ґрунтів та замулів рік Закарпаття, дослідження ступеню рівноваги між нуклідами однакових природних рядів;
- вивчення характеру кластеризації географічно віддалених точок пробовідбору ґрунтів ( замулів), без та при введенні вагових коефіцієнтів для значимих ГАН;
- встановлення еталонних показників екооб'єктів для дослідження ролі латентних факторів.

Дані визначення вмісту ГАН у зразках ґрунтів КБЗ представлені в роботі [1]. Такі ж дані для замулів річки Латориця вибиралися з [1] і містяться в таблиці 1. Точки пробовідборів замулів розділені по висоті над рівнем моря та географічно [1]. Таблиці 2 і 3 містять матриці кореляцій між вмістом ГАН для статистичної вибірки з 7 зразків для достовірності 95%.

Таблиця 1. Дані вимірів вмісту ГАН (Бк/кг) замулів р. Латориця.

	<b>K 40</b>	<b>Cs 137</b>	<b>Ac 228</b>	<b>Bi 214</b>	<b>Pb 214</b>	<b>Pb 212</b>	<b>Tl 208</b>
<b>1</b>	518	5,55	31,8	39,8	24,25	27,1	16,8
<b>2</b>	449,5	0	33,43	32	49,18	34,84	8,5
<b>3</b>	482,5	41,7	33,9	36,1	22,7	42,62	10,8
<b>4</b>	585	13,9	38,8	25,4	21,15	40,1	14,65
<b>5</b>	440,5	6,42	34,8	57,45	27,5	38,61	10,4
<b>6</b>	59,5	7,82	36,36	30,1	20,2	45	11,3
<b>7</b>	405	0	30,7	41,6	33,4	34,64	11,86

Таблиця 2. Кореляційна матриця між вмістом ГАН зразків ґрунтів КБЗ

	<b>K 40</b>	<b>Cs 137</b>	<b>Ac 228</b>	<b>Bi 214</b>	<b>Pb 214</b>	<b>Pb 212</b>	<b>Tl 208</b>
<b>K 40</b>	1,00	0,80	0,96	-0,96	-0,92	-0,94	-0,93
<b>Cs 137</b>	0,80	1,00	0,84	-0,88	-0,77	-0,86	-0,82
<b>Ac 228</b>	0,96	0,84	1,00	-0,98	-0,93	-0,98	-0,97
<b>Bi 214</b>	-0,96	-0,88	-0,98	1,00	0,97	1,00	0,99
<b>Pb 214</b>	-0,92	-0,77	-0,93	0,97	1,00	0,97	0,98
<b>Pb 212</b>	-0,94	-0,86	-0,98	1,00	0,97	1,00	1,00
<b>Tl 208</b>	-0,93	-0,82	-0,97	0,99	0,98	1,00	1,00

Таблиця 3.

Кореляційна матриця між вмістом ГАН зразків намулів р. Латориця.

	<b>K 40</b>	<b>Cs 137</b>	<b>Ac 228</b>	<b>Bi 214</b>	<b>Pb 214</b>	<b>Pb 212</b>	<b>Tl 208</b>
<b>K 40</b>	1,00	0,19	-0,08	0,09	0,15	-0,49	0,33
<b>Cs 137</b>	0,19	1,00	0,23	-0,16	-0,48	0,49	-0,02
<b>Ac 228</b>	-0,08	0,23	1,00	-0,44	-0,44	0,66	0,04
<b>Bi 214</b>	0,09	-0,16	-0,44	1,00	0,05	-0,25	-0,16
<b>Pb 214</b>	0,15	-0,48	-0,44	0,05	1,00	-0,37	-0,58
<b>Pb 212</b>	-0,49	0,49	0,66	-0,25	-0,37	1,00	-0,46
<b>Tl 208</b>	0,33	-0,02	0,04	-0,16	-0,58	-0,46	1,00

Як видно, дані кореляційного аналізу для зразків ґрунтів КБЗ свідчать про їх високу статистичну близькість, що може бути викликано досягненням рівноваги нуклідів різних радіоактивних рядів (торієвого та уранового). Інтенсивна біорослинна активність на цих ділянках також є важливим фактором для формування своєрідної мікроелементної рівноваги, яка проявляється по кореляційних співвідношеннях ГАН.

Іншу закономірність демонструє кореляційна матриця зразків намулів р. Латориця, табл.3. Практично відсутня залежність між вмістом нуклідів, що може свідчити про іншу закономірність, — порушення рівноваги між вмістом ГАН у зразках через вимивання їх водою.

Таким чином, існує відміна розподілу техногенних та природних ГАН у ґрунтах, намулах різних регіонів Закар-

паття. Такий розподіл ГАН може бути “мітками” особливості їх територіального розташування та інтенсивності техногенних процесів. Існує відмінність кореляційних співвідношень техногенних та природних ГАН у ґрунтах, намулах різних регіонів Карпат. Порушення кореляційного співвідношення навіть природних ГАН може служити критерієм інтенсивності техногенних процесів, а також наявністю водного середовища.

Проведені вимірювання показали перспективність вказаних комплексних досліджень та можливість вироблення рекомендацій по здатності інкорпорувати важкі метали та ГАН ґрунтами з різним хімічними показником.

Автори вдячні Парлагу О.О. за надані консультації по темі дослідження та Ніколайчуку В. І. і Маслюку В.Т. за підтримку при виконанні роботи.

### Література

1. М.В. Стець, В.Т. Маслюк, І.І. Небола  
Науковий вісник Ужгородського уні-  
верситету. Сер. Фізика 11, 38 (2003).

## **CLUSTER ANALYSIS APPLICATION FOR SYSTEMATIZATION OF RADIOECOLOGICAL PARAMETERS OF CARPATIAN SOILS**

**N.Symkanich<sup>1</sup>, M Stetc<sup>1</sup>, T.Tsykun<sup>2</sup>, S. Chubar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Electron Physics, Ukr. Nat. Acad. Sci.,  
Universytetska St. 21, Uzhhorod, 88000  
e-mail: nuclear@email.uz.ua

<sup>2</sup> Uzhhorod National University, Voloshina St. 54, Uzhhorod, 88000

<sup>3</sup> Transcarpatian State Univeversity, Zankovetskoi St.87b, Uzhhorod , 88000

Results of statistical multidimensional analysis of radiological parameters of Transcriptions soils are presented. In particular, correlation analysis method is applied for the specimens of soils and clays. The influence of anthropogenic and technogenic factors on ratio of nuclides in the soils and clays is analysed.