

УДК 528.94 +504.453+504.064

¹Симканич О.І., викл.; ¹Сухарев С.М., д.х.н., проф.;
¹Делеган-Кокайко С.В., к.х.н., викл.; ²Сватюк Н.І., проф. інж.

ПРОСТОРОВЕ ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗ РОЗПОДІЛУ ЕКОПОЛЮТАНТІВ У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ

¹Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»,
88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46; e-mail: Sumkanich@mail.ru

²Інститут електронної фізики Національної академії наук України,
880016, м. Ужгород, вул. Університетська, 21.

Сучасний рівень досягнень теорії математичного моделювання та управління в реальних природних об'єктах дає можливість моделювати та прогнозувати практично будь-які процеси та зміни у них [1, 2].

Сьогодні застосування нових інформаційних технологій для складання, аналізу і інтерпретації тематичних карт стало повсякденною необхідністю та інструментом для науковців при обробці даних екологічної інформації. Тут особливої уваги заслуговують геоінформаційні системи (ГІС), які дозволяють оперативно обробляти значні масиви інформації. Геостатистичне моделювання базується на побудові безперервних поверхонь на основі масивів точкових даних, отриманих у результаті інструментальних вимірювань, відбору і обробки проб ґрунтів, вод, донних відкладів, повітря та інших об'єктів довкілля або картометричних робіт з використанням вибіркового методу. Сучасна геоінформаційна система пропонує повний набір засобів для аналізу та управління даними. В роботі [3], для обробки даних екологічної інформації, отриманих в результаті досліджень їх візуалізації на картах ГІС використовуються спеціальні універсальні пакети програм (ГІС-пакети) ArcGIS, Mapinfo, ГІС «Панорама», Digital, GeoDraw. Вони дають можливість дослідження структури дискретних наборів просторово-координованих даних, побудови на їх основі безперервних поверхонь, а також дозволяють виявити джерела забруднення і межі забруд-

нених ділянок геологічного середовища, прогнозувати зміни в об'єктах довкілля для розробки необхідних природоохоронних заходів, що є вкрай важливим для системи екологічного моніторингу.

Застосування ГІС при проведенні та узагальненні даних екологічного моніторингу дало б змогу більш ефективніше здійснювати контроль за забрудненням об'єктів довкілля.

Дана робота направлена на використання сучасних ГІС-технологій для створення цифрових картографічних моделей розподілу важких металів (ВМ) і гамма-активних нуклідів (ГАН) у донних відкладах річок з метою визначення практичної придатності цих моделей та особливостей просторового розподілу таких екополютантів на прикладі Національного природного парку «Синеvir» протягом 2010-2012 рр. Тільки поєднання комплексу еколого-геохімічних досліджень та екологічного картування дозволяє виконати об'єктивну оцінку геоecологічного стану досліджуваних об'єктів.

В Україні дослідження просторового розподілу ВМ та ГАН в донних відкладах представлені фрагментарно і часто носять прикладний характер. Серед робіт, які присвячені практичним дослідженням просторового розподілу цих екополютантів, можна виділити [4-9]. Такі дослідження є важливі, оскільки, дозволяють оцінити екологічний стан як досліджуваних, так і прилеглих територій з прогнозом щодо можливих змін.

Експериментальна частина

Відбір проб донних відкладів річок досліджуваної території здійснювався у фіксованих точках з глибини 2-15 см, підготовка їх до аналізу, транспортування та зберігання здійснювалось у відповідності з діючими нормативами [10].

Визначення вмісту ВМ проводили методом електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії (ЕТААС). Визначення проводили на атомно-абсорбційному комплексі КАС-120.1 з використанням стандартних зразків розчинів металів.

Вимірювання абсолютної активності ГАН проводили в низькофонових умовах на гамма-спектрометричному комплексі «SBS-40» з охолоджувальним 100 см^3 та 175 см^3 Ge(Li)-детектором. Вимірювання проводили за рекомендаціями [11].

Картографування територій за даними хімічного і радіоекологічного моніторингу проводили за допомогою комп'ютерної програми «ArcGIS 10.2.1» з прив'язкою до GPS-координат. Доступ до функцій пакету ArcGIS здійснюється за допомогою графічного інтерфейсу, набір інструментів якого залежить від програмного модулю. Для проведення аналізу був використаний модуль ArcMap версії 10.2.1 для робочих станцій. Для проведення всіх необхідних аналізів, модулю ArcMap потрібні вхідні дані збережені в доступному табличному форматі. Відповідно, в цій роботі були використані два методи завантаження вхідних даних досліджень:

- експорт безпосередньо з документу Microsoft Excel;

- ввід даних використовуючи вбудований табличний редактор ArcMap з інтерактивним розміщенням точок пробовідбору на мапі. При експорті попередньо підготовлених даних з Excel вказано координати GPS з відповідними назвами стовпчиків таблиці. Після успішного імпорту, дані точок пробовідбору будуть відображені, як окремий графічний шар на мапі.

Іншим досить ефективним методом вводу даних є використання діалогу завдання безпосередньо GPS координат точок. З використанням цього способу кожній точці на мапі присвоюються автоматично такі атрибути, як унікальний ідентифікатор та

координати GPS. Наступним кроком є створення нового стовпчика з даними в таблиці ArcMap та редагування даних за допомогою вбудованого табличного редактора. Також є можливість інтерактивного редагування цих даних за допомогою меню «Редактор / Почати редагування» панелі інструментів.

Наявність збережених вхідних даних в табличному форматі дозволяє виконувати ряд аналітичних функцій, одною з яких є метод аналізу Кригинга. Цей метод був використаний для проведення аналізів і є доступним з панелі інструментів в меню «Геостатистичний Аналіз / Геостатистичні методи».

В меню налаштувань представлення графічних результатів були проведені коректування, а саме:

- вибір потрібної кольорової теми легенди значень;
- завдання границь відображення та прозорості діаграми на мапі;
- фільтрування необхідного діапазону значень.

Результати та їх обговорення

Для виконання комплексних статистично-картографічних і модельованих досліджень та обробки екологічної інформації нами був використаний сучасний програмний пакет «ArcGIS 10.2.1»

Усереднені дані картографування, як приклад, для басейнів малих річок території НПП «Синевир» за сумарною активністю природних ГАН (без урахування ^{40}K) у донних відкладах побудовані з використанням програми «ArcGIS» представлені на рис. 1.а, а сумарним вмістом ВМ – на рис. 1.б за 2010 рік.

Порівняння даних рис. 1.а і 1.б показує, що характер розподілу ГАН і ВМ у донних відкладах малих річок є подібним. Проходить міграція цих інгредієнтів за течією річки Тересля разом з донними відкладами, причому дана річка є найбільш замуленою серед досліджуваних річок району. Крім того, морфологія річки Тересля характеризується значним перепадом висот, що сприяє міграції ГАН і ВМ з накопиченням у зонах акумуляції [12, 13].

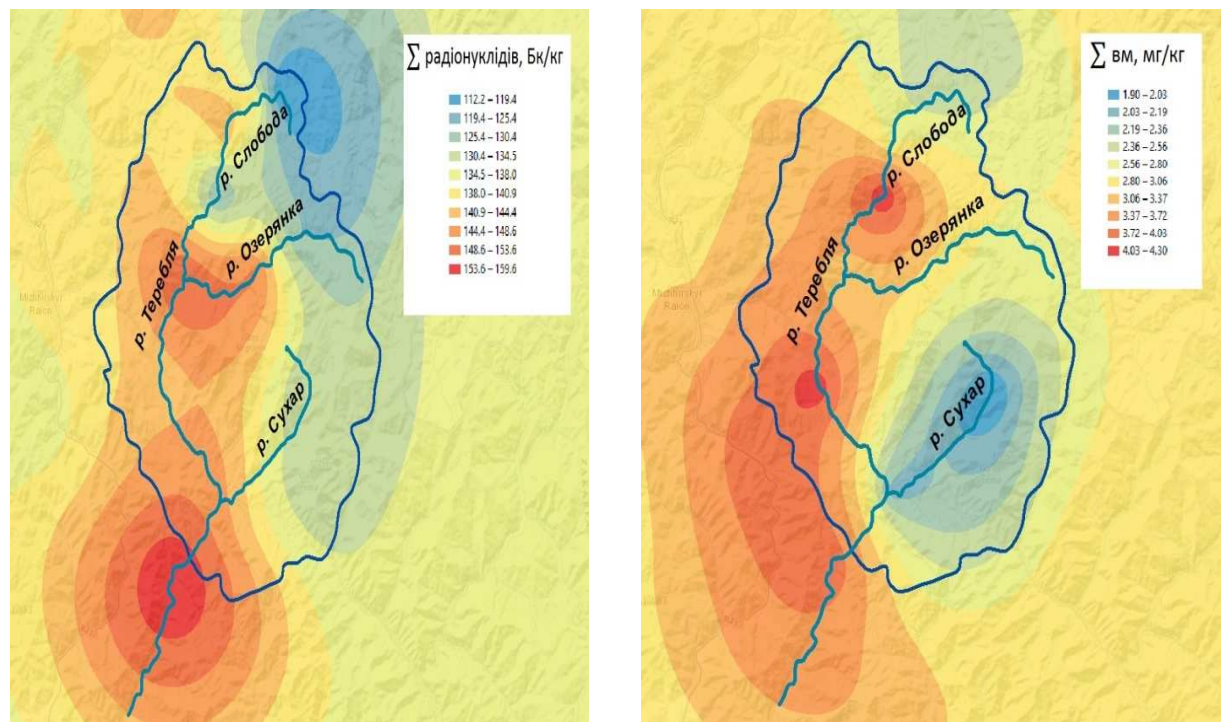


Рис. 1. Карта стану басейнів малих річок території НПП «Синевир» за сумарною активністю природних ГАН (без урахування ^{40}K) у донних відкладах річок (а) і сумарним вмістом ВМ (б) за 2010 рік.

Порівняння даних [14] з даними рис. 1 показує, що проходить поступова міграція ГАН і ВМ із ґрунтів території НПП «Синевир» у донні відклади річок внаслідок ерозійних процесів, а далі за течією р. Тересля з гірського до передгірського ландшафту. Це дозволяє прогнозувати міграцію ГАН і ВМ у об'єктах довкілля, що є важливим для системи екологічної безпеки.

Для порівняння, на рис. 2 представлено карти стану басейнів малих річок території НПП «Синевир» за сумарною активністю природних ГАН (без урахування ^{40}K) у донних відкладах (а) і сумарним вмістом ВМ (б) за 2012 рік.

Порівнюючи дані рис. 1 і 2 видно, що ГАН мігрують разом з донними відкладами за течією річки і акумулюються у басейні р. Тересля, причому зона акумуляції є чітко виражена. Найявніші зони акумуляції ГАН у донних відкладах річок гірського ландшафту

є небажаним явищем, адже це ділянки швидкотечій. Однак, замулювання русел річок, внаслідок ерозії заплавної ґрунтів і особливостей геоморфології цих річок, зумовлює такі ділянки акумуляції, що слід враховувати при використанні цих річок. Подібна залежність спостерігається і для розподілу ВМ у донних відкладах.

Аналізуючи дані картографування розподілу ВМ та ГАН в донних відкладах малих річок, басейни яких охоплюють територію НПП «Синевир» протягом різного періоду, можна дослідити динаміку змін процесів міграції цих екополютантів у досліджуваних об'єктах, що дозволяє проводити короткострокові прогнози стану цих територій, підвищує ефективність екологічного менеджменту та заходів забезпечення екологічної безпеки.

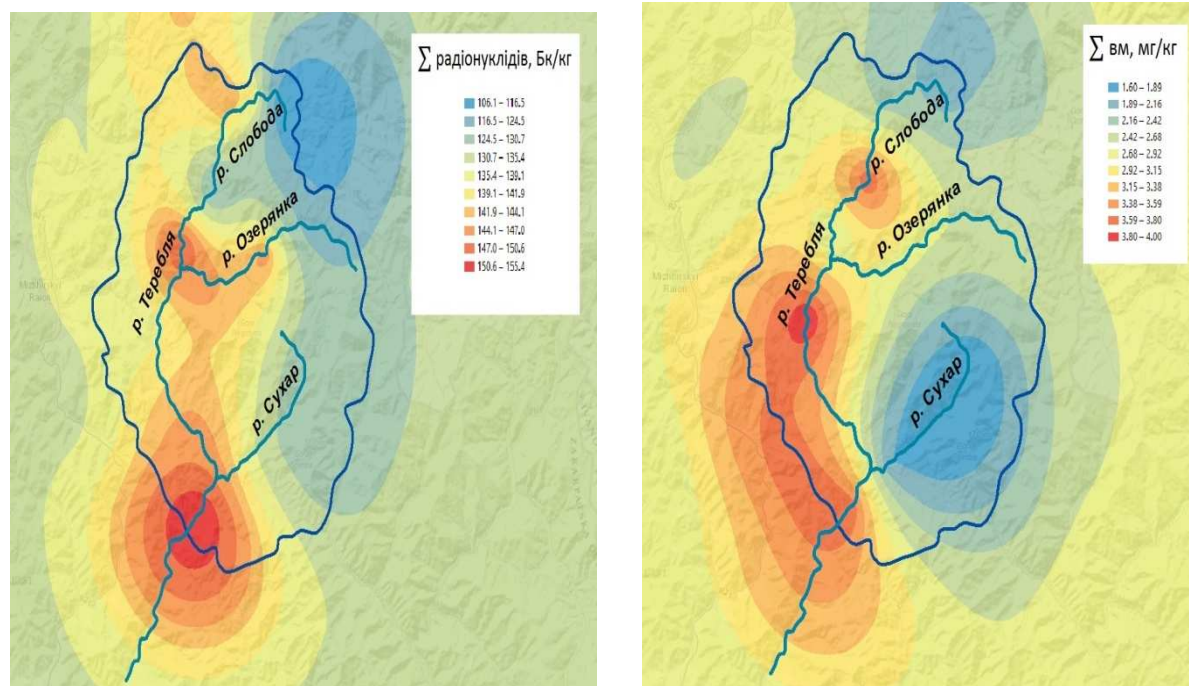


Рис. 2. Карта стану басейнів малих річок території НПП «Синеvir» за сумарною активністю природних ГАН (без урахування ^{40}K) у донних відкладах річок (а) і сумарним вмістом ВМ (б) за 2012 рік.

Висновки

Використовуючи програмний пакет «ArcGIS 10.2.1» проведено картографування просторового розподілу вмісту важких металів та гамма-активних радіонуклідів, як приклад, для донних відкладів річок території НПП «Синеvir». Виявлено аномальні зони підвищеного вмісту важких металів та гамма-активних нуклідів в донних відкладах річок, які є базовими для розробки практичних рекомендацій щодо локалізації екологічних ризиків.

Картографування зон підвищеної концентрації забруднювальних речовин у донних відкладах річок НПП «Синеvir» протягом різних років є базовим для проведення короткострокових прогнозів, щодо процесів міграції і акумуляції гамма-активних нуклідів і важких металів у довкіллі, а відтак і майбутнього стану досліджуваних і прилеглих територій.

Список використаних джерел

1. Крижановський Є.М., Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Синтез геоінформаційних моделей природних систем по математичних моделях процесів у них. «Системний аналіз та інформаційні

технології»: X Міжнародна науково-технічна конференція. Київ, Україна. 2008, С. 384.

2. Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Автоматизація візуалізації результатів моделювання природних процесів у геоінформаційних системах. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2008, 6, 51-54.

3. Мокін В.Б., Крижановський Є.М., Боцула М.П. Інформаційна технологія інтегрування математичних моделей у геоінформаційні системи моніторингу поверхневих вод. Вінниця: ВНТУ, 2011. С. 152.

4. Наседкін Є.І. Антропогенне забруднення донних відкладів північно-західного шельфу Чорного моря важкими металами: Автореф. дис. канд. ... геолог. наук: 04.00.10, Київ, 2002.

5. Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Бортник С.Ю. та ін. Загальне геоморфологічне районування території України. Український географічний журнал. 2004, 1, 3-11.

6. Сафранов Т.А., Чугай А.В., Ільїна В.Г. Забрудненість важкими металами ґрунтів та донних відкладів в Одеському регіоні. «I-й Всеукраїнський з'їзд екологів»: Міжнар. наук.-техн. конф. Вінниця, Україна. 2006, С. 272.

7. Соботович Е.В., Ольштинський С.П., Долін В.В. Геохімія техногенезу. К.: Наукова думка, 1991. С. 228.

8. Кашавцева А.Ю., Шипулин В.Д. Моделирование речных бассейнов средствами ArcGIS 9.3. Ученые записки Таврического национального

университета имени В.И. Вернадского. Серия «География». 2011, 24(3), 85-92.

9. Міщенко Л.В. Геоінформаційне моделювання систем екологічної безпеки на прикладі території Закарпаття. *Екологічна безпека*. 2012, 14(2), 19-24.

10. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность: *ГОСТ 17.1.5.01.80*. Введен 01. 01. 81.

11. Спектрометр гамма-излучения СЕГ-40 Ge-1К. Инструкция по эксплуатации. К.: НПК «Спектр», 1999. С. 58.

12. Сухарев С.М., Симканич О.І., Маслюк В.Т. Радіоекологічний моніторинг заповідних територій Закарпатської області. *Матеріали II*

Міжнародної конференції «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення». Ужгород, Україна. 2014, С. 78-79.

13. Сухарев С.М., Симканич О.І., Сухарев С.М. Фононий моніторинг пралісів Закарпаття як еталонних природних екосистем. *Збірник наукових статей IV-го Всеукраїнського з'їзду екологів з Міжнародною участю*. Вінниця, Україна. 2013, С. 226-228.

14. Симканич О.І. Сухарев С.М., Маслюк В.Т. Фононий моніторинг вмісту важких металів та радіонуклідів у ґрунтах Національних природних парків «Ужанський» та «Синевир». *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Хімія»*. 2013, 1(29), 71-77.

Стаття надійшла до редакції: 28.10.2015.

SPATIAL GEOINFORMATION MODELING AND PREDICTION OF THE DISTRIBUTION OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS IN THE BOTTOM SEDIMENTS

Symkanych O.I., Sukharev S.M., Delegan-Kokayko S.V., Svatjuk N.I.

The generalization mapping of the spatial distribution of heavy metals and gamma-active radionuclides was conducted, as an example, for the bottom sediments of rivers of National Park «Synevyr» with the software package «ArcGIS 10.2.1». Anomalous zones of the high content of heavy metals and gamma-active radionuclides in the bottom sediments of rivers was revealed, which is basic for the development of practical recommendations about localization of the environmental danger.

Generalization mapping of anomalous zones of the high content of pollutants in the bottom sediments of the National Park «Synevyr» during different years is basic for the short-term prognostication of the processes of migration and accumulation of gamma-active radionuclides and heavy metals in the environment, and so future state of the researched objects and of the surrounding areas.