Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «ГЕОГРАФИЯ» Том 19 (58) № 2 (2006) 62-69

УДК 550.84

ВИЗНАЧЕННЯ В ГІС РЕГІОНАЛЬНИХ ГЕОХІМІЧНИХ ФОНІВ ТОКСИЧНИХ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Люта Н.Г., Краснożон М.Д., Саніна І.В.

Відомо, що донні відклади – невід`ємний компонент ландшафтів і кінцева ланка ландшафтно-екогеохімічних спряжень. З одного боку, вони інтегрують геохімічні особливості водозбірних площ, з іншого - за рахунок забруднених донних відкладів відбувається вторинне забруднення водних систем, яке звичайно виявляється у збільшенні мінералізації, зниженні pH, розвитку глейової слабовідновної обстановки, появі у воді комплексоутворювачів [1].

Ці обставини обумовлюють необхідність вивчення хімічного складу донних відкладів при проведенні еколого-геохімічних досліджень та моніторингу геохімічного стану ландшафтів. Труднощі, з якими стикаються дослідники під час інтерпретації результатів еколого-геохімічних досліджень донних відкладів, пов'язані, як правило, з відсутністю чітко окреслених методичних рекомендацій щодо критеріїв оцінки еколого-геохімічного стану цього компонента ландшафтів. Це спричиняє інколи необґрунтоване використання для такої оцінки ГДК, визначених для ґрунтів сільгоспугідь. Водночас є очевидним, що геохімічний фон та сумарний показник забруднення (СПЗ) є єдино прийнятними для оцінки рівня забруднення донних відкладів (як і порід зони аерації, дикоростучих рослин, тобто тих компонентів ландшафтів та довкілля, для яких не визначені ГДК).

В той же час об'єктивність еколого-геохімічних оцінок стану донних відкладів найчастіше ускладнюється незначною кількістю проб у вибірці, і, як наслідок, неможливістю об'єктивного визначення природного геохімічного фону і подальшого обчислення СПЗ.

За таких умов як певний базовий, порівняльний рівень доцільно використовувати регіональні геохімічні фони.

Для визначення геохімічних фонів токсичних хімічних елементів донних відкладів поверхневих водотоків було використано створену в ГІС базу даних щодо вмісту хімічних елементів у донних відкладах малих річок, укладену за результатами геохімічних досліджень, виконаних фахівцями КП"Кіровгеологія" упродовж 1983-1990 р. (Сукоркин С.Н., 1990). Перевагою цих даних над іншими є те, що вони одержані упродовж відносно короткого періоду часу, проби донних відкладів відібрано та проаналізовано за єдиною методикою [2].

Для визначення фонових показників токсичних елементів у донних відкладах в якості таксономічних одиниць для обчислення було обрано ландшафтно-біокліматичні підзони, які різняться за місцевими відмінностями кліматичних умов, рельєфу, літологічного складу ґрунтоутворюючих порід та порід зони аерації.

Всього було використано результати аналізу близько 7 тис. проб, які рівномірною мережею покривають територію нашої держави і характеризують речовинний склад донних відкладів малих річок.

Для обчислення геохімічного фону хімічних елементів в донних відкладах було створено інтегрований в ГІС програмний модуль, що дозволило виконувати обробку даних з двох інформаційних шарів – шару з інформацією про хімічний склад донних відкладів (електронної карти фактичного матеріалу та результати аналізів (рис.1)) та інформаційного шару, що характеризує просторове розміщення ландшафтно-біокліматичних підзон. Послідовно в межах кожної ландшафтно-біокліматичної підзони з використанням просторових запитів вибиралися всі проби, які потрапили в її межі, після чого для кожного хімічного елемента з вибраного масиву даних визначався геохімічний фон даного хімічного елемента в межах конкретної ландшафтно-біокліматичної підзони. Такі розрахунки повторювалися для всіх хімічних елементів, по яких були наявні фактичні дані, і для всіх ландшафтно-біокліматичних підзон. Всі розрахункові дані були додані в атрибутивну таблицю ландшафтно-біокліматичних підзон.

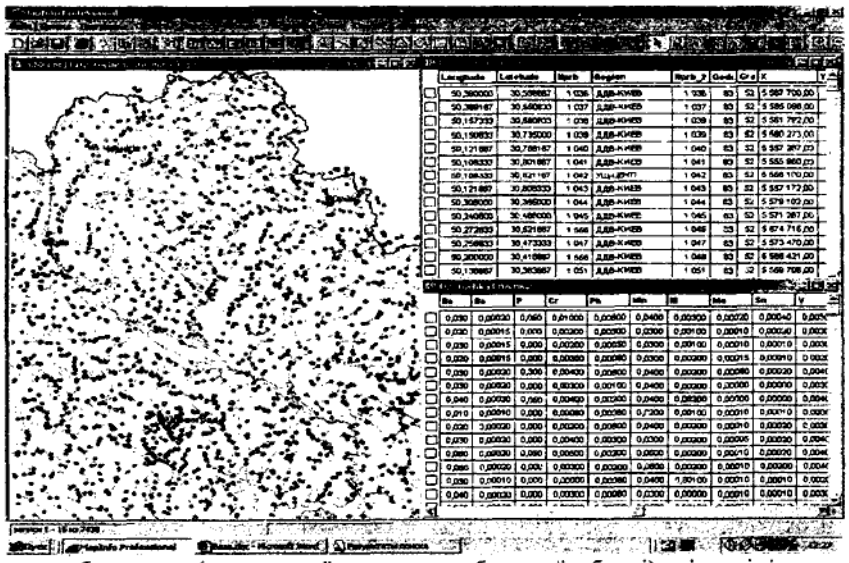

Рис. 1. Фрагмент бази даних (електронної карти та атрибутивної таблиці) вмісту хімічних елементів в донних відкладах у робочому вікні

Геохімічний фон визначався як медіана вибірки, тобто середнє значення у ранжируваному варіаційному ряді. Це пов'язано з тим, що медіана мало залежить від крайніх значень варіаційного ряду, її можна визначити навіть якщо до 25% проб виявилися "за порогом" чутливості аналізу, вона більш стійка, ніж середнє арифметичне, в умовах ексцесивних розподілів і абсолютно не залежить від розподілу випадкової величини, бо її положення не змінюється при будь-яких перетвореннях досліджуваної величини [3]. Застосування медіани добре себе зарекомендувало у практиці геохімічних досліджень елементів-домішок, вміст яких

характеризуються звичайно сильною мінливістю. За цим показником вказані елементи дуже схожі з техногенними забруднювачами, що визначає доцільність застосування медіани при обробці даних еколого-геохімічних досліджень.

Визначені геохімічні фони хімічних елементів наведено у табл.1.

В результаті виконаних досліджень вдалося встановити деякі особливості розподілу вмісту токсичних елементів у донних відкладах.

Фоновий вміст ***цинку*** на Поліссі змінюється від 15 до 30 мг/кг, причому на лівобережжі він удвічі менший, ніж на правобережжі Дніпра. Для донних відкладів Лісостепової зони характерний інтервал вмісту цинку від 30 до 50 мг/кг. Близький до цього вміст цинку в донних відкладах Степу – від 30 до 60 мг/кг. Максимальний фоновий вміст цього металу відзначається в донних відкладах річок Закарпаття, в межах Закарпатської низовинної провінції, Лісо-лучної буроземної підзони Закарпатського передгір'я, а також на Південному узбережжі Криму, де він складає 100 мг/кг.

Найнижчий фоновий вміст ***свинцю*** відзначається в донних відкладах річок Полісся, де він становить 6-10 мг/кг. В межах західного та Правобережного Полісся цей вміст мінімальний – 6 мг/кг, на території Полісся лівобережного високого він становить 8 мг/кг, на території Лівобережного низовинного Полісся – 10 мг/кг. В межах Лісостепу розподіл фонового вмісту свинцю в донних відкладах змінюється в невеликих межах – від15 до 20 мг/кг. Такий самий інтервал фонового вмісту свинцю характерний і для більшої частини Степової зони, лише на півдні, в межах Причорноморського та Південноукраїнського Сухого Степу фоновий вміст свинцю в донних відкладах збільшується і складає 30 мг/кг. Аналогічний фоновий вміст свинцю -30 мг/кг встановлено і для донних відкладів річок Закарпаття. Найвищий фоновий вміст свинцю в донних відкладах характерний для річок Кримського півострова. Тут у межах Гірської буроземної підзони він складає 40 мг/кг, а на Південному узбережжі Криму -50 мг/кг.

Як і для більшості інших елементів, фоновий вміст ***берилію*** характерний для донних відкладів річок Поліської ландшафтно-біокліматичної зони – 1,5-2,0 мг/кг. В Лісостеповій зоні його фоновий вміст становить в середньому 3 мг/кг, змінюючись в різних підзонах від 2 до 4 мг/кг. Дещо вищий фоновий вміст берилію у донних відкладах річок Степової зони, в середньому він тут становить 4 мг/кг і сягає максимуму на території Південного Керченського степу – 6 мг/кг. Високий фоновий вміст берилію також властивий донним відкладам річок Закарпаття та Кримської гірської буроземної зони і узбережжя – 5,5-6,0 мг/кг.

Територія Поліської зони характеризується рівномірним фоновим вмістом ***кобальту*** в донних відкладах річок – 3 мг/кг. Для Лісостепової зони найбільш характерний фоновий вміст кобальту в донних відкладах 5 мг/кг, хоча від дещо змінюється в межах різних підзон – від 4 до 6 мг/кг. На території Степової фоновий вміст кобальту в донних відкладах вищий, він змінюється від 5,0 мг/кг у Південно-українському, Південному Придунайському та Південному Кримському (Тарханкутському) Степу до 10,0 мг/кг в межах Задонецької рівнини та Південного Керченського степу.

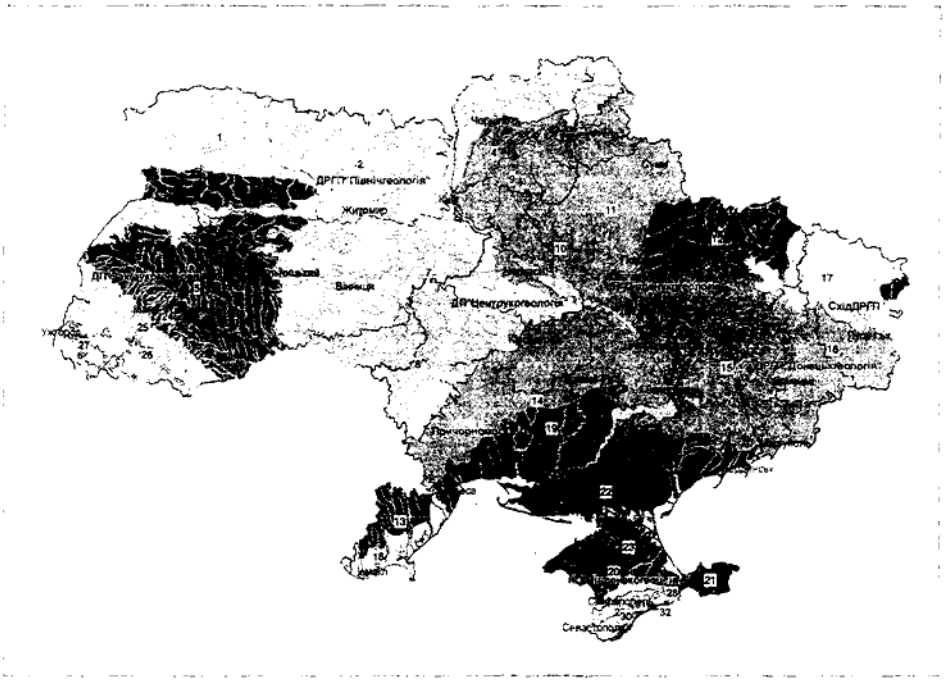

Рис. 2. Схема ландшафтно-біокліматичних підзон України

Досить високим фоновим вмістом кобальту характеризуються також донні відклади поверхневих водотоків Криму – від 6 до 10 мг/кг. Максимальний фоновий вміст кобальту встановлено в донних відкладах річок Закарпаття – в межах Лісолучної буроземної підзони закарпатського передгір'я він становить 15 мг/кг, а на території Закарпатської низовинної рівнини сягає 17,5 мг/кг.

Загалом територія всієї України характеризується досить низьким фоновим вмістом ***молібдену*** в донних відкладах – від 0,5 до 3 мг/кг. Характерним є те, що, на відміну від інших елементів, найнижчий фоновий вміст відзначається не на Поліссі, а в Степовій зоні та на Кримському півострові. Очевидно, це пов'язано з властивістю молібдену до меншої розчинності в кислих ґрунтах і підвищеної мобільності в лужній обстановці. На більшій частині території Полісся його фоновий вміст в донних відкладах становить 1 мг/кг, а в межах західного Полісся – 2 мг/кг.

1. Лісостепова зона відзначається таким самим фоновим вмістом молібдену з максимумом – 2 мг/кг в межах Лівобережного високого південно-східного лісостепу. Донні відклади річок Степової зони та Криму найбідніші на молібден – межі коливань фонового вмісту 0,5-1,5 мг/кг. Найвищий фоновий вміст цього металу в донних відкладах відзначається на території Карпат і Закарпаття, де він становить 3,0 мг/кг.

Таблиця 1

Фоновий вміст хімічних елементів в донних відкладах в межах ландшафтно-біокліматичних підзон України

Ландшафтно-біокліматичні підзони	Ba	Be	P	Cr	Pb	Mn	Ni	Mo	Sn	V	Li	Cu	Zn	Sr	Co	Zr	Mg
Полісся західне	200	2,0	500	30	6	300	15	2,0	2,0	20	15	30	30	100	3,0	300	3000
Полісся Правобережне	100	1,5	500	15	6	300	10	1,0	1,0	15	15	20	30	100	3,0	200	1000
Полісся Лівобережне високе	300	2,0	500	15	8	400	8	1,0	1,5	10	15	15	15	100	3,0	300	3000
Полісся Лівобережне низовинне	300	2,0	600	25	10	400	8	1,0	1,5	20	15	20	15	150	3,0	300	5000
Лісостеп. західна провінція	500	3,0	500	40	15	500	15	1,0	3,0	40	15	40	30	200	5,0	300	6000
Закарпатська низовинна провінція	500	6,0	500	50	30	1000	30	3,0	5,5	80	30	50	100	100	17,5	300	10000
Лісостеп правобережний високий північний	500	3,0	500	40	15	400	15	1,0	2,0	30	15	20	40	200	5,0	300	4000
Лісостеп правобережний високий південний	500	4,0	500	30	20	500	20	1,5	2,0	40	15	30	50	150	6,0	300	8000
Лісостеп лівобережний низовинний північний	400	2,0	600	30	15	400	10	1,0	1,5	20	15	30	30	150	4,0	300	5000
Лісостеп лівобережний низовинний південний	500	2,0	600	40	20	400	15	1,0	2,0	40	15	20	50	200	4,0	300	6000
Лісостеп лівобережний високий північно-західний	500	3,0	600	40	20	500	15	1,5	2,0	40	15	20	40	150	5,0	300	6000
Лісостеп лівобережний високий південно-східний	400	3,0	500	40	15	500	15	2,0	2,5	40	15	30	50	150	5,0	300	6000
Степ Північний і південно-західний	400	3,0	250	50	15	500	20	0,5	3,0	30	15	30	30	150	6,0	300	6000
Степ Північний Прибережно-Дніпровський	500	4,0	500	30	20	500	15	1,5	2,0	30	15	30	40	150	6,0	200	6000
Степ Північний Лівобережно-Дніпровський	500	4,0	500	50	20	500	20	1,0	3,0	40	30	30	40	300	6,0	300	6000
Степ Північний. Донецька	500	5,0	500	50	20	600	30	1,3	3,0	50	30	40	60	200	8,0	300	6000

височина																	
Степ Північний. Задонецька рівнина	400	4,0	500	50	15	500	20	1,5	3,0	50	30	30	50	200	10,0	300	5000
Степ Південний Придунайський	400	3,0	250	50	10	500	30	0,5	3,0	40	15	40	30	200	5,0	200	6000
Степ Південно-Український	500	4,0	500	50	20	500	20	1,0	2,0	40	15	30	40	300	5,0	300	6000
Степ Південний Кримський (Гарханкутський)	500	3,0	500	50	20	600	18	0,5	2,0	40	30	30	40	300	5,0	300	8000
Степ Південний Керченський	400	6,0	500	60	30	800	40	1,0	3,0	50	30	40	55	300	10,0	300	10000
Ландшафтно-біокліматичні підзони	Ba	Be	P	Cr	Pb	Mn	Ni	Mo	Sn	V	Li	Cu	Zn	Sr	Co	Zr	Mg
Степ сухий Причорноморський	500	4,0	500	50	30	500	20	1,0	2,0	40	15	30	40	300	5,5	300	6000
Степ Сухий Південно-Український	400	4,0	500	40	30	500	20	1,0	2,0	40	30	30	40	400	6,0	300	8000
Передкарпатська лісо-лучна буроземна	500	4,0	500	40	20	800	30	3,0	3,0	60	15	50	50	100	8,0	300	8000
Карпатські горн	500	5,0	250	50	20	1000	40	3,0	4,0	80	15	50	80	100	10,0	200	10000
Полонина гірсько-лучна	300	4,0	200	40	20	800	30	2,5	4,0	60	15	40	80	100	10,0	200	10000
Лісо-лучна буроземна Закарпатського передгір'я	500	6,0	500	50	30	1000	40	3,0	5,0	80	30	50	100	100	15,0	300	10000
Кримська передгірна чорноземно-степова	400	3,0	500	55	20	500	20	1,0	1,5	40	30	30	30	300	6,0	300	6000
Лісостеп Кримський передгірний	500	2,0	500	50	20	500	15	0,5	1,8	40	30	30	40	300	6,0	200	6000
Кримська гірська буроземно-лісова	400	5,5	500	55	40	600	30	0,5	3,0	50	35	40	60	175	8,0	300	6000
Кримська гірська лучно-степова	80	4,5	300	50	40	500	30	0,5	2,0	40	25	40	60	150	6,0	75	3000
Кримські горн. Південне узбережжя Криму	400	6,0	500	60	50	600	40	1,0	4,0	60	40	50	100	100	10,0	300	5000

Донні відклади річок Поліської зони характеризуються фоновим вмістом ***міді*** в інтервалі 15-30 мг/кг, причому він вищий на правобережжі (табл. 4.6). В Лісостеповій зоні межі коливань фонового вмісту міді донних відкладів у різних

підзонах – 20-40 мг/кг. На території Степової зони фоновий вміст міді в межах різних підзон більш рівномірний і трохи вищий – 30-40 мг/кг. Високий фоновий вміст міді властивий донним відкладам річок Криму - від 30 до 50 мг/кг, а максимальний відзначається в донних відкладах Карпат і Закарпаття – 50 мг/кг.

Фоновий вміст ***хрому*** в донних відкладах річок Поліської зони змінюється в межах від 15 до 30 мг/кг. В Лісостеповій зоні цей вміст становить 30-40 мг/кг. На території Степової ландшафтно-біокліматичної зони фоновий вміст хрому змінюється в широких межах –від 30 мг/кг на території Північного прибережно-дніпровського степу до 60 мг/кг на території Південного Керченського степу. Високий фоновий вміст хрому властивий донним відкладам річок Карпат та Закарпаття – від 40 до 50 мг/кг і найвищий – донним відкладам річок Кримського півострова -- 50-60 мг/кг.

В межах Полісся фоновий вміст ***нікелю*** у донних відкладах річок змінюється від 8 до 15 мг/кг, причому вищий вміст -10-15 мг/кг властивий донним відкладам річок правобережної частини, на лівобережжі Дніпра він становить 8 мг/кг. В Лісостеповій зоні цей вміст досить рівномірний і змінюється від 15 до 20 мг/кг. У Степовій ландшафтно-біокліматичній зоні фоновий вміст нікелю змінюється в широких межах – від 15 до 40 мг/кг, сягаючи максимуму в донних відкладах річок Південного Керченського степу. Такий самий інтервал характерний і для донних відкладів річок Кримського півострова; найвищий фоновий вміст нікелю відзначається в межах Південного узбережжя. Стабільно високий фоновий вміст нікелю в межах всіх ландшафтно-біокліматичних підзон властивий донним відкладам річок Карпат та Закарпаття - тут на території Закарпатської низовинної провінції, Передкарпатської лісо-лучної буроземної зони та Гірсько-лучної полонини він становить 30 мг/кг, а в Карпатських горах та в межах Лісо-лучної буроземної підзони Закарпатського передгір'я - 40 мг/кг.

Досить низький фоновий вміст ***марганцю*** характерний для донних відкладів річок Полісся - 300-400 мг/кг. В межах Лісостепу він трохи вищий і змінюється від 400 до 500 мг/кг. Донним відкладам Степової ландшафтно-біокліматичної зони властивий інтервал фонового вмісту марганцю від 500 до 800 мг/кг, причому на більшій частині території фон складає 500 мг/кг, а максимальний фоновий вміст - 800 мг/кг відзначається в донних відкладах річок Південного Керченського степу. У донних відкладах на території Кримського півострова фоновий вміст марганцю змінюється від 500 до 600 мг/кг. Найвищий фоновий вміст цього елемента характерний для донних відкладів річок Карпат та Закарпаття – від 800 до 1000 мг/кг.

Найнижчий фоновий вміст ***ванадію*** в донних відкладах відзначається для річок Поліської зони – 10-20 мг/кг. В межах Лісостепу цей вміст вищий і складає 20-30 мг/кг. На території Степової зони фоновий вміст ванадію ще вищий і змінюється в межах від 30 до 50 мг/кг. В донних відкладах річок Кримського півострова фоновий вміст ванадію становить 40-60мг/кг, сягаючи максимуму на Південному узбережжі. На території Карпат та Закарпаття геохімічний фон ванадію в донних відкладах найвищий і змінюється в різних підзонах від 60 до 80 мг/кг.

Низький фоновий вміст ***стронцію*** в донних відкладах річок характерний для Поліської зони, а також Карпат і Закарпаття, де він становить здебільшого 100 мг/кг. В Лісостеповій зоні геохімічний фон стронцію в донних відкладах становить 150-200, частіше 150 мг/кг. На південь, в межах Степової зони, фоновий вміст стронцію збільшується, інтервал його фонового вмісту в донних відкладах річок різних підзон змінюється від 150 і 200 мг/кг на півночі до 300-400 мг/кг на

півдні, сягаючи максимуму на території Сухого Південно-українського степу. В межах Кримського півострова фоновий вміст стронцію в донних відкладах змінюється в межах від 100 мг/кг на південному узбережжі до 300 в Кримському лісостепу та Кримської гірської буроземно-лісової зони.

Проведені дослідження дозволили встановити, що найнижчим фоновим вмістом всіх зазначених елементів характеризуються донні відклади річок Поліської ландшафтно-кліматичної зони. Виняток складає молібден, найнижчий фоновий вміст якого спостерігається у ґрунтах значної частини території Степової зони та Кримського півострова. Найвищими значеннями геохімічних фонів більшості елементів відзначаються донні відклади річок Карпат, Закарпаття та Криму, особливо в межах Закарпатської низовинної провінції, Лісо-лучної буроземної підзони Закарпатського передгір'я, а також Південного узбережжя Криму. В донних відкладах Карпат та Закарпаття фактично лише вміст стронцію є стабільно низьким.

Для більшості хімічних елементів, геохімічні фони яких визначалися, спостерігається поступове збільшення їх вмісту у ґрунтах з півночі на південь, тобто від Поліської до Степової ландшафтно-кліматичної зони.

Наведені регіональні геохімічні фони токсичних хімічних елементів у донних відкладах визначені за єдиною методикою і виконані по всій території досліджень у досить короткий термін. Слід зазначити, що для різних ландшафтно-біокліматичних підзон рівень забезпеченості даними був неоднаковий; якщо для території Лісостепу правобережного високого північного кількість проб у вибірці перевищувала 700, то в межах Кримської гірської лучно-степової підзони та Карпатської гірсько-лучної полонини вона була недостатньою (10-15 проб), і лише стабільний і витриманий вміст хімічних елементів дозволив рекомендувати його як фоновий.

Як відзначалося вище, запропоновані геохімічні фони необхідно розглядати як певний базовий порівняльний рівень, маючи на увазі необхідність виконання досліджень, спрямованих на більш детальне вивчення хімічного складу донних відкладів - найстабільнішої частини водних систем.

Список літератури

1. Теория и методология экологической геологии / Под.ред. Трофимова В.Т. М.: Изд-во МГУ, 1997. 368 с.
2. Методические указания по региональной гидрогеологической съемке м-ба 1: 200 000 и 1: 500 000. М., 1988.
3. Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических исследований на территории Украины. –К.:ГГП «Геопрогноз», 1994.-330 с.

Статья поступила в редакцию 03.05.06