УДК 504.052:477.62

Н.В.Фоменко, кандидат географічних наук, ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Моніторинг ґрунтових вод урбоекосистем як основа раціонального використання водних ресурсів міських територій (на прикладі міста Івано-Франківська)

Розглянуто систему екологічного моніторингу підземних вод міста Івано-Франківська. Актуальність даного дослідження виходить із необхідності функціонування безперервної системи стеження за якістю підземних (ґрунтових) вод, оскільки часто цей компонент навколишнього середовища використовується в цілях міського водопостачання. Запропоновано алгоритм моніторингу підземних вод, який включає створення бази екологічних даних із 12 найбільш поширених забруднювачів підземних вод, обробку даних шляхом розрахунку сумарного показника забруднення, вивчення фонових концентрацій шляхом дослідження екологічного стану підземних вод Івано-Франківської області, побудова карти екологічного стану підземних вод. На їх основі обґрунтовано систему постійнодіючого екологічного моніторингу підземних вод для урбоекосистеми міста Івано-Франківська.

Ключові слова: моніторинг, урбоекосистема, підземні води, забруднення, геохімічне картографування.

Мониторинг почвенных вод урбоекосистем как основа рационального использования водных ресурсов городских территорий (на примере города Ивано-Франковска)

В статье рассматривается система экологического мониторинга подземных вод города Ивано-Франковска. Актуальность данного исследования исходит из необходимости функционирования непрерывной системы слежения за качеством подземных (грунтовых) вод, поскольку часто этот компонент окружающей среды используется в целях городского водоснабжения. Предложен алгоритм мониторинга подземных вод, который включает создание базы экологических

данных из 12 наиболее распространенных загрязнителей подземных вод, обработку данных путем расчета суммарного показателя загрязнения, изучения фоновых концентраций путем исследования экологического состояния подземных вод Ивано-Франковской области, построение карт экологического состояния подземных вод. На ее основе обоснована система постоянно действующего экологического мониторинга подземных вод для урбоэкосистемы города Ивано-Франковска.

Ключевые слова: мониторинг, урбоэкосистема, подземные воды, загрязнение, геохимическое картографирование.

Monitoring of groundwater as the basis for water management of urban areas (on the example of Ivano-Frankivsk town)

The system of ecological monitoring of groundwater of Ivano-Frankivsk town is reviewed in this article. Study is relevant because groundwater is often used as a source for drinking of urban residents. Monitoring of groundwater quality have to be stable. The groundwater monitoring algorithm proposed. It includes: 1) creating of environmental database that has 12 of the most common groundwater pollutants; 2) the calculation of the sum pollution; 3) studying the ecological situation of groundwater of Ivano-Frankivsk region for exploration by background concentrations; 4) constructing the map of the ecological situation of groundwater. The system of permanent environmental monitoring of groundwater for urboecosystem of Ivano-Frankivsk town based on it.

Keywords: monitoring, urboecosystem, groundwater pollution, geochemical mapping.

Актуальність дослідження. Підземні води є одним з тих природних ресурсів, використання якого могло б у значній мірі покращити ситуацію із забезпеченням населення чистою питною водою, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. У формуванні хімічного складу підземних вод беруть участь багато факторів: склад водовміщуючих порід, гідродинамічні характеристики водоносних горизонтів, умови їх живлення і розвантаження, глибина залягання рівня

підземних вод, геоморфологічні і кліматичні умови території, а також величина техногенного навантаження на довкілля.

Аналіз попередніх досліджень. Для оцінки екологічної ситуації і визначення джерел забруднення з 70-х років широко використовуються методи геохімічного картографування [1-7]. Основним об'єктом геохімічного картографування є різноманітні аномалії вмісту хімічних елементів і їх сполук, які формуються за рахунок природних і антропогенних факторів. Транспортування забруднюючих речовин у значній мірі пов'язане з атмосферними процесами, стічними водами, транспортними магістралями, продуктопроводами, хімізацією сільського господарства. Складання карт забруднення ґрунтових вод дозволяє виявити не тільки зону техногенного впливу, але і встановити просторові закономірності і ступінь цього впливу на основні компоненти біосфери.

Постановка проблеми. Екологічний стан урбоекосистем може змінюватись швидкими темпами. Тому, необхідним є проведення комплексних постійнодіючих моніторингових досліджень забруднення ґрунтових вод. Оскільки результати досліджень являють собою великий об'єм різнопланової інформації, актуальною є розробка методики автоматизованої обробки цих даних та візуалізації результатів у вигляді карт забруднення з метою ефективного контролю за екологічним станом території.

Виклад основних результатів. Ґрунтові води в межах міської території Івано-Франківська залягають в алювіальних відкладах заплави, I і II надзаплавних терас. Це – руслові піщано-гравійно-галькові утворення, іноді з валунами і лінзами щебеня та неокатаних уламків. Тераси є спільними для обох Бистриць, а русловий алювій залягає на гіпсометричне близьких відмітках і тому при бурінні свердловин складається враження, що ми маємо справу з одним горизонтом руслового алювію і єдиним горизонтом ґрунтових вод. З поверхні русловий алювій перекривається заплавною фацією — намулами, супісками і суглинками. Потужність руслового алювію змінюється від 2-5 до 10-15 м, а заплавного алювію - від 0-1 до 3-5 м. Ґрунтові води безнапірні, з дебітами 0,2-1 л/сек. Вони широко використовуються міським населенням приватного сектора шляхом

буріння і облаштування колонок і колодязів. Рівень ґрунтових вод коливається від 2-3 до 5-7 м.

Нижня поверхня руслового алювію дуже нерівна, що пояснюється багаточисельними міграціями прарусел рік Бистриці Надвірнянської і Бистриці Солотвинської. По суті ці ріки в межах міської території утворили внутрішню дельту. Багато дослідників писали про підземні перетоки ґрунтових вод з Бистриці Надвірнянської до Бистриці Солотвинської, тобто з південного сходу на північний захід, завдяки різновисотному положенню русел цих рік.

Для повного і всебічного аналізу екологічного стану ґрунтових вод м. Івано-Франківська потрібно мати інформацію про загальне забруднення регіону, де воно розташоване. З цією метою використаємо дані регіонального (обласного) екологічного моніторингу Івано-Франківської області. Моніторинг області включав у себе відбір і аналіз проб ґрунтових вод, а результатами якого було побудовано геохімічні карти забруднення (рис.1). За побудованими картами складено вибірки техногенного фону вмісту хімічних елементів у ґрунтових водах (таблиця 1). Аналізуючи дану таблицю, бачимо закономірність збільшення концентрації забруднення з півдня на північ (крім кобальту, для якого ця закономірність поширюється із заходу на схід). Ґрунтові води характеризуються незначними забрудненнями в районі міст Рожнятів, Косів, Верховина, Івано-Франківськ. В загальному надходження забруднюючих елементів у шари ґрунтових вод можна пояснити їх інфільтрацією із ґрунтового шару. Обробіток сільськогосподарських земель, зокрема внесення пестицидів, міграція забруднювачів повітря та інші фактори привносять свою долю в екологічний стан ґрунтових вод. При подальших дослідженнях і аналізі екологічного стану ґрунтових вод міської території це дає підстави стверджувати, що можливе їх забруднення можна пояснити не тільки локальним (міським) привнесенням хімічних елементів (діяльністю промислових підприємств, міграцією хімічних елементів тощо), а й загальним забрудненням в межах області, частина якого захопила досліджувану ділянку території. Таким чином, широкий аналіз суміжних з містом територій дає базу для пояснення деяких закономірностей у

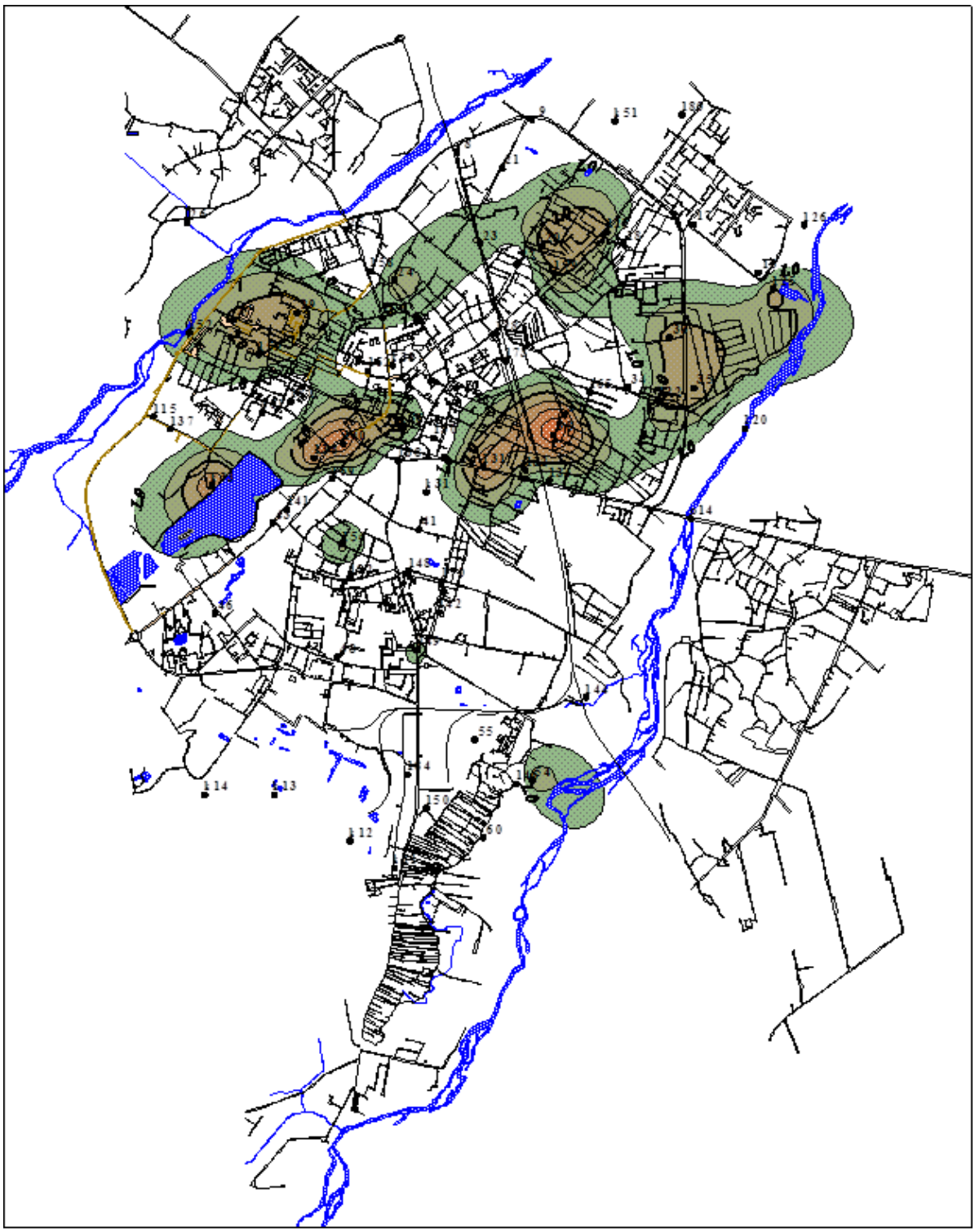

Рис. 1 - Вміст Pb в грунтових водах Івано-Франківської області

Таблиця 1

Результати вибірки техногенного фону вмісту хімічних елементів у ґрунтових водах для м. Івано-Франківська

№ з/п	Показники / Досліджувані елементи	ГДК елементів мг/дм^3	Граничні концентрації в межах міста, С (мг/л)		Закономірність поширення забруднення	Середнє значення, $C_{сер}$, (мг/м^3)	Відхилення $C_{сер}$ від ГДК	Відношення $C_{сер}$ до ГДК
			максимальна	мінімальна				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ртуть	0,02	0,0002	0	Пд-Пн	0,0001	-0,0199	0,005
2	Кадмій	0,1	0,0004	0,001	Пд-Пн	0,0007	-0,0993	0,007
3	Цинк	10,0	1,4	0,2	Пд-Пн	0,8	-9,2	0,08
4	Мідь	1,0	1,2	0,2	Пд-Пн	0,7	-0,3	0,7
5	Свинець	2,0	0,04	0	Пд-Пн	0,02	-1,98	0,01
6	Нікель		0,25	0,1	Пд-Пн	0,175		
7	Кобальт	0,1	0,2	0	Зх-Сх	0,1	0	1
8	Молібден		0,3	0	Пд-Пн	0,15		
9	Хром IV	0,1	0,05	0,01	Пд-Пн	0,03	-0,07	0,3
10	Селен	0,01	0,004	0	Пд-Пн	0,002	-0,008	0,2
11	Залізо	50,0	0,5	0,1	Пд-Пн	0,3	-49,7	0,006
12	Алюміній	1,0	0,5	0,1	Пд-Пн	0,3	-0,7	0,3

розподілі хімічних елементів, а також можливість глибшого аналізу надходження забруднювачів у довкілля.

З метою визначення екологічного стану ґрунтових вод на території міста Івано-Франківська було відібрано і проаналізовано 74 проби ґрунтових вод на вміст 12 найпоширеніших забруднюючих речовин.

Ці дані є фактичним матеріалом вмісту тих чи інших хімічних сполук у компонентах довкілля, але самі вони не можуть відобразити ні ступеня забруднення території ані виявити зон перевищення концентрацій того чи іншого елемента. Гранично допустимі концентрації елементів у довкіллі служать показником якісного стану довкілля і допомагають у створенні бази екологічних даних, що включає три рівні (фізичний, концептуальний, внутрішні моделі) [9].

Серед методичних прийомів визначення геохімічного навантаження на урбоекосистеми широке застосування має аналіз геохімічних коефіцієнтів і показників. Таким, наприклад, є сумарний показник забруднення (СПЗ) по точках спостереження – показує сумарне забруднення території всіма елементами (незалежно від класу небезпеки) в моніторинговій точці [8, с.53,54]:

$$Z_1^{сум} = \sum_1^{12} Кн$$

де *Кн* - коефіцієнт небезпечності елемента, тобто співвідношення фактичної концентрації елемента у ґрунтових водах до відповідної граничнодопустимої концентрації.

Ступінь забруднення ґрунтових вод та їх екологічний стан представлені в таблиці 2 та на рисунку 2.

Таблиця 2

Ступінь забруднення ґрунтових вод та їх екологічний стан

Інтервал зміни сумарного показника, $Z_{сум}$	Екологічний стан ґрунтових вод
менше 5	Сприятливий
5-10	Задовільний
10-15	Небезпечний

більше 15	Критичний

Висновки. Побудована карта дозволила виділити у східній частині Івано-Франківська значну за площею пляму забруднення ґрунтових вод, яка простягається вздовж профілю річки Бистриця Надвірнянська. Екологічний стан вод оцінюється як задовільний, небезпечний і навіть виділяється дві плями критичного екологічного стану. Це можна пояснити частковим забрудненням підземних і ґрунтових вод шляхом інфільтрації з басейну поверхневого водотоку внаслідок скидання забруднених і недостатньо очищених стічних вод. Другою причиною такої ситуації може бути вивезення значної кількості гравійно-галечникового матеріалу та інтенсивної забудови території. Існування тектонічних порушень (Підлузького, Станіславсько-Коршівського, Микитинецького) є причиною перетоку підземних вод і таким чином спричиняє зміщення площі забруднень до центру міста. Райони вулиць Незалежності і перехрестя Об'їзної та Хоткевича можуть бути територіями розвантаження підземних перетоків. Виділення значної за площею плями забруднення є негативним фактором в екологічній ситуації міста, оскільки по ліву сторону вулиці Об'їзної поблизу мікрорайону Каскад є територія дачних ділянок, де люди використовують воду як для пиття так і для поливання садовини, городини тощо. Виходячи із загальної екологічної ситуації міської підземної гідросфери вважаємо за доцільне проведення постійних моніторингових досліджень на таких територіях:

- в районі вулиць Вовчинецька, 50, де існує дотепер приватний сектор, що використовує ґрунтові води для споживання – вулиці Спільна і Селянська;
- перехрестя Галицької і Василіянок - із зоною поширення ґрунтових вод із задовільним екологічним станом на території приватних секторів вулиць Лермонтова, Кобилянської, Безкровного;
- на території, що прилягає до вулиці Набережної імені Стефаника, Пулюя і далі на схід;
- на перехресті вул. Коновальця, Степана Бандери, Побутової та Дудаєва та на північний захід від нього;

- в районі міського кладовища (село Чукалівка).

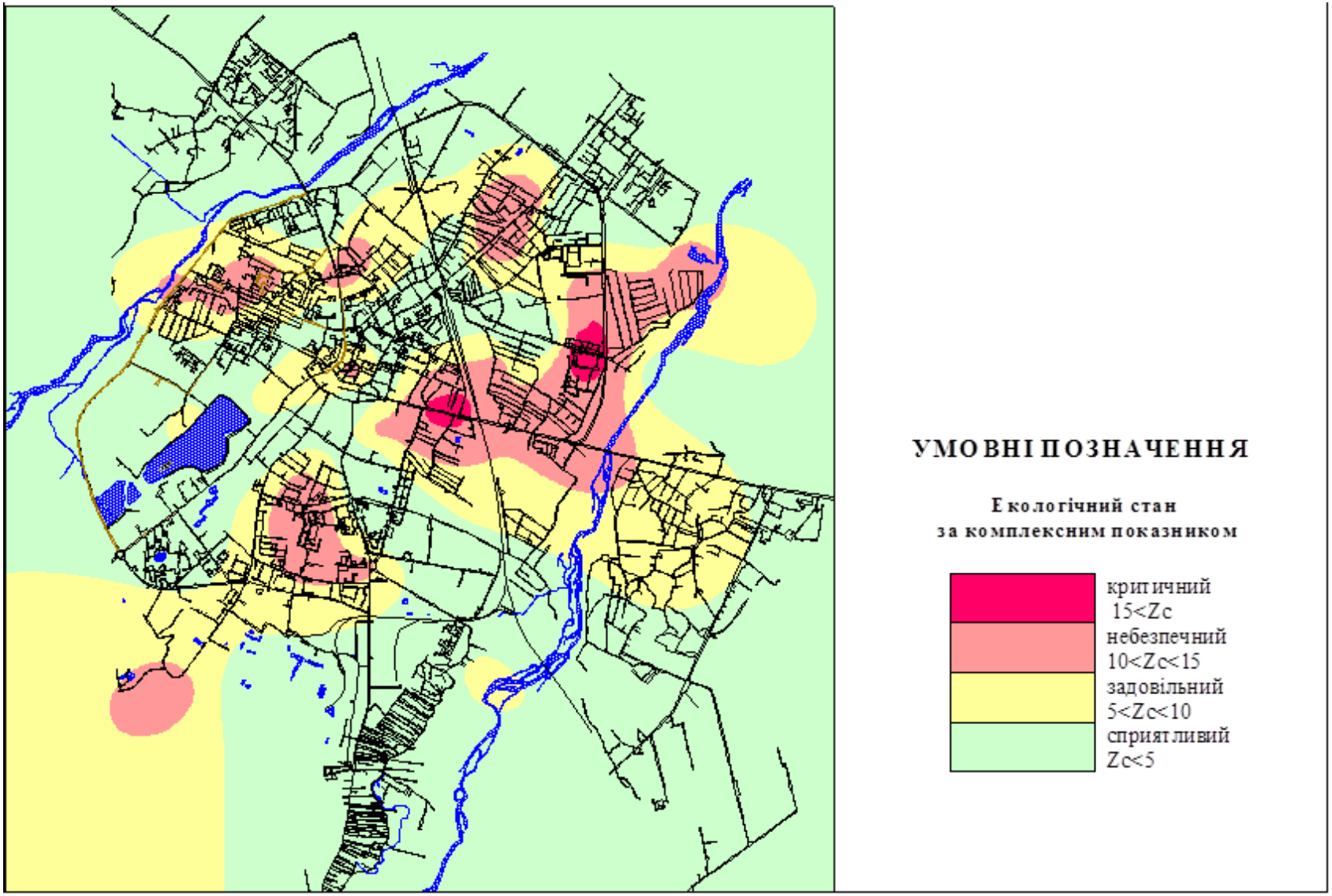

Рис. 2 Забруднення ґрунтових вод міста Івано-Франківська

Значний внесок у забруднення ґрунтових вод привносять три токсичні елементи: ртуть, берилій і селен, які є продуктами промислової діяльності і пояснити їх знаходження у ґрунтових горизонтах міської території можна тільки недостатністю функціонування систем очистки промислових стічних вод.

Таким чином, побудована екологічна карта надає можливості для комплексного аналізу екологічного стану ґрунтових вод міста, є основою для подальших узагальнень результатів дослідження з метою побудови синтетичної карти забруднення міста, що може включатися до екологічного атласу, який у майбутньому стане невід'ємним джерелом інформації для вирішення проблем містобудування та водопостачання.

Література:

1. Васмут А.С., Магнутова Л.А., Семенов В.Ф. Об использованиии компьютерных технологий в экологическом картографировании // Геодезия и картография. 1992. №9-10. С. 51.
2. Веденин Ю.А. Взаимодейстрие хозяйства и природы в городских и промышленных геотехсистемах. – М.: 1982. – 180с.
3. Верещака Т.В., Митькова И.В. Научные основы и методика проектирования эколого-географических карт города // Геодезия и картография. 1998. №12. С.20-28.
4. Веселовский А.В., Никитин А.Н. Использование технологии географических информационных систем для экологического мониторинга территории Московской области // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Вып.№1. – М., 2003. С.49-58.
5. Волошин В.В., Горленко І.О., Кухар В.П., Руденко Л.І. Проблеми поліпшення стану навколишнього середовища та їх програмне забезпечення // Український географічний журнал. – 1993. - №1. – С.9-13.
6. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. – Львів: Простір, 1998. – 356с.

7. Гуцуляк В.М. Еколого-геохімічний аналіз природно-антропогенних ландшафтів (на прикладі Чернівецької області та півночі Молдови). Автореферат докторської дисертації. К., 1994, 36с.
8. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект: Навч. посібник. – Чернівці: Рута, 2002. – 272с.
9. Фоменко Н.В. Створення комп'ютерної бази екологічних даних з метою їх обробки (на прикладі м. Івано-Франківська) // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. Науково-технічний журнал. – Київ. – №4(22), 2004. – С.49-51.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Прізвище: Фоменко
Ім'я: Наталія
По-батькові: Володимирівна
Посада: доцент кафедри географії та природознавства
Наукова ступінь і вчене звання: Кандидат географічних наук
Організація: ДВНЗ Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Службова адреса: 76018, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57
Телефон: 0963799448
Факс: -
E-mail: nataly.fmnk@gmail.com
Домашня адреса: 76019 м.Івано-Франківськ, вул.Сніжна, буд.29