

УДК 528.94

## КАРТОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД В УКРАЇНІ

*Путренко В.В., Терефера О.В.*

*Інститут географії НАН України, Київ, Україна  
E-mail: putrenko@rambler.ru*

Розглянуто методичні аспекти застосування картографічного методу при дослідженні екологічних небезпек на прикладі використання підземних вод. За допомогою растрових картографічних моделей оцінено розподіл на території України хімічних елементів: урану, миш'яку та фтору у воді. Виділено території з перевищенням ГДК, які мають обмеження на використання підземних вод.

**Ключові слова:** картографія, екологічна безпека, геохімія, ГДК.

### ВСТУП

Складність екологічної ситуації в Україні вимагає поглиблених наукових досліджень цієї проблематики у галузевому та територіальному аспектах. Екологічні небезпеки території зумовлюються впливом антропогенного навантаження та природного фону розподілу токсичних хімічних елементів. В залежності від ситуації природний та антропогенний фактори можуть посилювати загальний негативний вплив на людину або нейтралізувати один одного. Антропогенне навантаження вирізняється значною територіальною диференціацією, яка пов'язана із розташуванням основних забруднювачів навколишнього середовища, розміщенням населення та об'єктів виробничої і соціальної інфраструктури. Природний розподіл токсичних хімічних елементів є більш закономірним та має загальні географічні тренди, які визначаються особливостями розвитку геосистем. Картографічний метод допомагає оцінити загальну екологічну небезпеку використання природних ресурсів території та дозволяє створювати карти попередження небезпечних явищ.

**Вихідні передумови.** Картографуванням екологічних небезпек займалися В.А. Барановський, Г.О. Пархоменко, І.Ю. Левицький, В.А. Пересадько, Л.Г. Руденко, В.П. Разов та ін. [1, 2, 3, 4, 5]. Однак аспекти екологічної небезпеки токсичних хімічних елементів у воді описувались у цих роботах оглядово.

**Формулювання цілей статті, постановка задачі.** Метою дослідження є розробка та апробація методики створення оціночних карт екологічної небезпеки використання підземних вод в Україні за вмістом токсичних елементів. Завданнями є визначення методичних основ створення оціночних карт, побудова та аналіз карт екологічної небезпеки за концентрацією у підземних водах урану, миш'яку, фторидів, типізація території України за безпекою використання підземних вод.

**Виклад основного матеріалу.** Головним критерієм небезпеки забруднення довкілля токсичними речовинами на першому етапі еколого-географічного дослідження є гранично допустима концентрація (ГДК), тобто максимальна

концентрація забруднювача, яка не викликає негативних наслідків при повсякденній тривалій дії на навколишнє середовище і живий організм. Оскільки підвищені концентрації токсичних елементів у повітрі і воді викликають найбільш тяжкі ураження, то розгляд підземних вод у якості джерела альтернативного водопостачання є важливою складовою безпеки життєдіяльності населення. У дослідженні екологічна небезпека визначається як можливість перевищення у воді ГДК хімічного елементу або його сполук. При цьому підземні води переважно характеризуються природним вмістом хімічних елементів, який у деяких місцях доповнюється антропогенним забрудненням. ГДК урану, миш'яку та фтору визначалися згідно Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», наказ № 400 від 12. 05. 2010 р. [6]. Для кожного хімічного елементу визначався ступінь небезпеки перевищення гранично допустимої концентрації у підземних водах. У зв'язку з цим для карт були розроблені оціночні шкали на основі формального підходу – порівняння даних з ГДК та послідууючого виділення таких категорій як низький, середній, високий ступень.

За основу для проведення дослідження були обрані результати геологічної зйомки території України масштабу 1: 1 000 000 державного підприємства «Кіровгеологія», які містять відомості про вміст урану, миш'яку та фторидів у ґрунтових водах. База даних була створена на основі збору результатів геологічної зйомки у місцях впадіння річок. Проби відбирались у літній період, коли основним джерелом живлення річок є ґрунтові води. База містить результати аналізу проб води у 6550 точках в Україні, а також за її межами на території Росії, Білорусі, Молдови. При проведенні зйомки використовувалась нерегулярна мережа, що прив'язана до елементів річкової мережі. Вона має різну щільність розміщення точок, що пов'язано зі зміною щільності річкової мережі та збільшенням кількості точок відбору у місцях прогнозування родовищ корисних копалин.

За результатами інтерполяції даних про розподіл хімічних елементів були отримані растрові моделі статистичного розподілу речовин, які були класифіковані згідно класифікаційних шкал легенд. Інтерполяція була проведена методом середнього зважування обернено пропорційно відстані з розміром ребра комірки 1 км. Подальшим кроком був аналіз отриманих растрових моделей.

За вмістом урану ГДК не повинна перевищувати 1 бк / л. Відповідно до цього було розроблено легенду карти. Було виділено території із зафіксованою концентрацією урану більше 1 бк / л, території з високим вмістом урану, який наближається до ГДК, території, які мають концентрацію урану, що з високою вірогідністю може перевищити ГДК, території, на яких природна концентрація урану набагато нижче ГДК. За цим принципом було виділено 7 ступенів небезпеки.

Дослідженнями в Україні та інших країнах світу встановлено, що головним природним фактором, що визначає вміст природних радіонуклідів у підземних і поверхневих водах є геологічна будова території.

Крім абсолютного вмісту, розповсюдження радіоактивних елементів у гірських породах на їх концентрацію у природних водах впливають гідрогеологічні і кліматичні умови, фізичні властивості гірських порід, хімічний склад та

електрохімічні властивості природних вод, процеси міграції радіоактивних ізотопів при переході їх з порід у воду та подальшому русі з водою.

Ступінь радіоактивності річкових вод знаходиться у прямій залежності від їхньої мінералізації, радіоактивності порід, на яких протікає ріка та фізико-хімічних властивостей води. Річкова вода у середньому має меншу сумарну радіоактивність, ніж морська і тим більше підземна. З цього правила випадають річки, які протікають у районах з підвищеною радіоактивністю гірських порід.

Радіоактивність річок є перемінною величиною, яка залежить від сезонних змін характеру живлення річок. У період весняної повені радіоактивність води знижується, у період літньої межени радіоактивність річкових вод підвищується за рахунок збільшення концентрації природних радіонуклідів. Підвищений вміст урану спостерігається у річках, які мають водозбірну площу складену гранітами.

Загальним географічним трендом поширення урану у підземних водах є збільшення його концентрації з Північного Заходу до Південного Сходу, що пов'язано з розміщенням геологічних структур Українського щита та зміною кліматичних умов: збільшенням випаровування та підвищенням мінералізації ґрунтових вод (рис.1).

Найбільші підвищення вмісту урану спостерігаються у місцях виходу кристалічних порід Українського щита у Житомирській, Кіровоградській, Дніпропетровській областях в місцях видобутку уранових руд. Підвищення значення концентрації урану спостерігаються у Запорізькій, Донецькій областях та в АР Крим (район міста Джанкой).

В цих областях є території з високим та дуже високим ступенем небезпеки перевищення норм ГДК, що негативно впливає на стан здоров'я населення. За наслідками катастрофи на Чорнобильській АЕС природний фоновий рівень урану зазнав негативних змін у Поліссі.

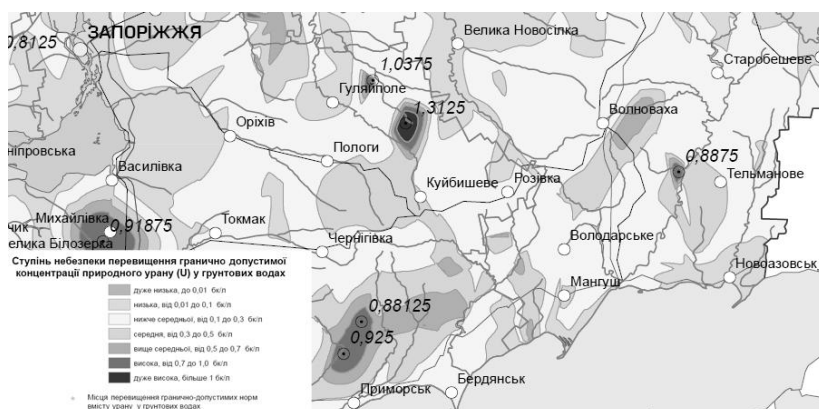


Рис. 1. Фрагмент карти «Небезпека перевищення ГДК природного урану у підземних водах».

Для розподілу миш'яку характерною є вісь захід – схід, яка пов'язана зі зміною кліматичних умов та геологічними умовами. ГДК миш'яку складає 0,01 мг/л. Відносно цього показнику було розраховано ступені небезпеки. Іншою рисою розподілу концентрації миш'яку є значна варіабельність її значень, яка може перевищувати ГДК у 3 – 4 рази. На сході України спостерігається наявність значних

територій, де у підземних водах перевищено рівень ГДК або значення близькі до ГДК. Аномально високі концентрації миш'яку спостерігаються на заході країни в районі Старого Самбору, Тисмениці, Тернополя, в центральних районах країни – Покровське (Запорізька область), на сході – Новоайдар (Луганська область), значні аномалії перевищення ГДК спостерігаються в районі міст Ромни, Недригайлів (Сумська область). Деякі з цих аномалій можуть мати антропогенну складову (рис. 2).

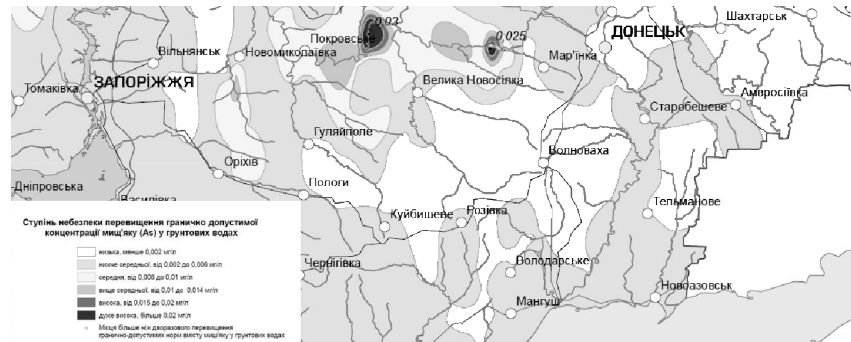


Рис. 2. Фрагмент карти «Небезпека перевищення ГДК миш'яку у підземних водах».

За вмістом фторидів на території України також можна виділити східну та західну частину. У випадку фтору найбільш сприятливою для організму людини є концентрація у діапазоні від 0,7 до 1,5 мг/л. Концентрація фтору нижче 0,7 викликає нестачу фтору у організмі, збільшення вище 1,5 призводить до надмірного його вмісту. Відповідно до цього проблема небезпеки має дві складові: небезпека дефіциту фтору, небезпека надлишку фтору. На заході країни притаманним є дефіцит фтору, тоді як на сході може спостерігатись перевищення ГДК до 10 раз. Найбільші перевищення знаходяться в районі Новомосковська Дніпропетровської області, Ясинуватої, Волновахи, Володарського Донецької області, Перевальська Луганської області, Вовчанська Харківської області, Одеси, Сарни Рівненської області (рис.3).



Рис. 3. Потенційна небезпека перевищення ГДК урану, миш'яку та фтору у підземних водах.

Для сукупної оцінки екологічної небезпеки використання підземних вод було створено комплексну карту методом накладання шарів. Це було здійснено у три етапи: побудова на основі растрових моделей полігонів однакових діапазонів значень, відбір полігонів з небезпечно високим рівнем концентрації хімічних елементів, накладання цих полігонів на карті.

В результаті створення карти було виявлено, що за рахунок геологічного та кліматичного факторів найбільші зони перевищення ГДК сконцентровані в центральній та східній частинах України. Найбільші площі з перевищеними значеннями ГДК мають Кіровоградська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська, Харківська та Сумська області. Для Сумської, Харківської та Луганської областей притаманним є перевищення рівня ГДК миш'яку. Донецька область характеризується наявністю зон перевищення ГДК фтору та миш'яку. Дніпропетровська, Запорізька та Кіровоградська області мають високий відсоток зон перевищення ГДК урану.

Особливо складна ситуація спостерігається у місцях перетинання зон перевищення ГДК. До таких місць відноситься район м. Лутугине (Луганська обл.), Новомосковську (Дніпропетровська обл.), Березнувате (Херсонська обл.), район Хаджибейського лиману (Одеська обл.), Добровеличківка (Кіровоградська обл.). В цих місцях існує необхідність у організації постійного моніторингу за хімічним складом підземних та поверхневих вод, проведення спеціальних медичних обстежень населення з метою профілактики захворюваності, обмеження використання вод у місцях значного перевищення норм ГДК.

## ВИСНОВКИ

Застосування картографічного методу для дослідження екологічної небезпеки використання підземних вод дозволяє ефективно та наочно аналізувати розподіл геохімічних показників та виявляти території з різними обмеженнями у водокористуванні.

Основою для картографування екологічних небезпек виступають норми ГДК та вірогідність їх перевищення на даній території. В залежності від цього виділяються низький, середній та високий ступені небезпеки, які можуть мати підкласи.

Основними чинниками, що впливають на хімічний склад підземних вод є геологічна будова, кліматичні умови та ступень антропогенного навантаження. Результатом цього є нерівномірний розподіл вмісту хімічних елементів у воді, який має загальні тренди та аномалії. Природного фон вмісту хімічних сполук у підземних водах збільшується до південного сходу країни.

Комплексні карти екологічної небезпеки можуть створюватися на основі аналітичних карт методом відбору зон найбільшої небезпеки. Місця накладання цих зон мають значні обмеження у використанні підземних вод.

## ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ПОШУКІВ

Подальші дослідження пов'язані з удосконаленням методів картографічної оцінки екологічної небезпеки використання водних ресурсів за рахунок підбору більш точних статистичних моделей оцінки небезпеки, розширення переліку хімічних речовин застосованих у дослідженні, використання більш широкого набору засобів ГІС-аналізу.

### Список літератури

1. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія / В.А. Барановський . – К.: Фітосоціо-центр, 2001. – 252 с.
2. Козаченко Т.І. Картографічне моделювання. // Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко. – Вінниця; Антекс-УЛТД, 1999. - 328 с.
3. Левицкий И.Ю. Атласное картографирование охраны природы и использования природных ресурсов. Анализ карт советских атласов / И.Ю. Левицкий, В.А. Пересадько. – М., 1988. – 684 с.
4. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: монографія / В.А. Пересадько; Харк. нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна. – Х., 2009. – 242 с.
5. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / Л.Г. Руденко, В.П. Разов, В.М. Жукинський; Ред.: В.Я. Шевчук. — К.: Символ-Т, 1998. — 48 с.
6. ДСанПіН 2.2.4-400-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною Наказ Міністерства охорони здоров'я України 12.05.2010 N 400; Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747 – К., 2010. – 65 с.

**Путренко В.В. Картографический метод оценки экологической безопасности использования подземных вод в Украине / В.В. Путренко, О.В. Теререфера // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63). – №2, ч. 2 – С.81-86.**

Рассмотрено методические аспекты использования картографического метода при исследованиях экологических опасностей на примере использования подземных вод. С помощью растровых картографических моделей оценено распределение по территории Украины химических элементов: урана, мышьяка и фтора. Выделены территории с превышением ПДК, которые имеют ограничения на использование подземных вод.

**Ключевые слова:** картография, экологическая опасность, геохимия, ПДК.

**Putrenko V.V., Terefera O.V. Mapping method assessment of ecological hazards of underground waters in Ukraine / V.V. Putrenko, O.V. Terefera // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – № 2, p. 2 – P. 81-86.**

Methodical aspects of using mapping method of ecological hazards on the example of the use of underground water in studies. With the using of raster mapping models to estimate the distribution on the territory of Ukraine of the chemical elements: uranium, arsenic and fluoride. Area of exceeding of MPC isolated, which have restrictions on underground water use.

**Keywords:** cartography, ecological hazards, geochemistry, MPC.

*Поступила в редакцию 08.04.2011 г.*