

## ГІДРОГЕОЛОГІЯ

УДК 556.3:004.94

**О.Є. Кошляков**<sup>1</sup>, доктор геол. наук, завідувач кафедри,

**О. В. Диняк**<sup>2</sup>, канд. геол. наук, асистент,

**І.Є. Кошлякова**<sup>3</sup>, провідний інженер,

<sup>1</sup> кафедра гідрогеології та інженерної геології,

<sup>2</sup> кафедра геоінформатики

<sup>3</sup> НДС "Гідрогеологічних та інженерно-геологічних проблем",

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

irkos@ukr.net

### ДО ПИТАННЯ ВРАЗЛИВОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД В МЕЖАХ КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ З ВРАХУВАННЯМ ПРИРОДНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ

Розглядається питання оцінки захищеності (вразливості) підземних вод, які використовуються для питного водопостачання м. Києва. Виявлені ділянки, на яких відбувається порушення гідрогеологічних умов під впливом техногенних факторів. Обґрунтована актуальність детальних досліджень захищеності підземних вод з урахуванням геолого-гідрогеологічних особливостей будови території.

**Ключові слова:** м. Київ, підземні води, питне водопостачання, захищеність, вразливість, мінералізація.

#### ВСТУП

Для м. Києва, як і для більшості промислово-міських агломерацій, актуальною є проблема захищеності, забруднення та виснаження питних підземних вод. Після Чорнобильської катастрофи, за екологічної ситуації, що склалася внаслідок радіоактивного забруднення, важливим стало питання розширення питного водопостачання населення міста за рахунок природно захищених підземних вод.

Водоносні горизонти і комплекси м. Києва пов'язані між собою у вертикальному розрізі. Результати, отримані за допомогою різних методів, беззаперечно свідчать про те, що водоносні горизонти і комплекси в районі м. Києва утворюють єдину гідравлічно пов'язану водообмінну систему. На даний час на території міста переважають процеси спадної фільтрації, спричинені експлуатацією підземних вод. Внаслідок антропогенної діяльності зростає інтенсивність і глибина водообміну [1], що в перспективі може призвести до погіршення якості питних підземних вод.

Виходячи з цього, виникає необхідність удосконалення існуючих методик оцінки захищеності та вразливості підземних вод при вирішенні конкретних завдань. Вкрай важливим стає питання оцінки захищеності (вразливості) під-

земних вод, які використовуються для питного водопостачання м. Києва. Найбільш відомі сучасні підходи до оцінки захищеності підземних вод викладені у монографії В. М. Шестопалова, А. С. Богуславського, В. Н. Бубляся, яка видана у 2007 році [4]. За В. М. Шестопаловим та ін., існує чотири основні типи методів оцінки захищеності та вразливості підземних вод: методи гідрогеологічного районування, індексно-рейтингові методи, параметричні методи, методи моделювання.

*Об'єктом дослідження* є водоносні горизонти і комплекси в районі м. Києва. *Предметом дослідження* є захищеність водоносних горизонтів. *Метою роботи* є встановлення закономірностей зміни гідродинамічних та гідрохімічних умов та оцінка території з точки зору зміни захищеності підземних вод.

### АНАЛІЗ СТАНУ ПРОБЛЕМИ

Фактично оцінка захищеності підземних вод здійснюється у двох напрямках:

- якісна оцінка території, яка полягає у визначенні ступеня впливу різних природних і антропогенних факторів на вразливість водоносних горизонтів, що дозволяє порівнювати різні частини території з точки зору захищеності підземних вод від забруднення;
- кількісна оцінка, яка полягає в розрахунку часу (швидкості) проникнення конкретного забруднювача до водоносного горизонту з урахуванням природних властивостей водовмісних і слабопроникних порід та міграційних властивостей забруднювача.

У першому випадку оцінка та картографування захисних властивостей або вразливості підземних вод території здійснюється без урахування характеристик конкретних забруднювачів, у другому – з урахуванням захисних властивостей природної системи відносно конкретного забруднювача. Також слід врахувати, що рівень захищеності не є сталим, оскільки чинники, які його визначають (інтенсивність техногенного інфільтраційного живлення, гідродинамічні напори, тощо), з часом змінюються.

Крім того, актуальним є питання вразливості питних підземних вод з урахуванням зон швидкої фільтрації та міграції [4]. Це ділянки, профілі (в плані, розрізі) або простори геологічного середовища, які внаслідок особливостей свого літологічного складу, фізико-механічних, геохімічних та інших властивостей характеризуються підвищеною проникністю, що істотно перевищує відповідні фонові значення. Ці зони можуть бути різного масштабу, форми, мати різне походження, відрізнятися характером водообміну і механізмами переносу речовин.

На теперішній час водопостачання м. Києва та приміської зони здійснюється з трьох основних джерел: двох поверхневих (р. Дніпро та р. Десна) і підземного – водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди ( $J_{2-3}iv + K_{1-2}zg-br$ ) та водоносний горизонт у відкладах орельської світи

середньої юри ( $J_2or$ ). Водоносні горизонти алювіальних верхньочетвертинних і сучасних відкладень Дніпра, долин малих річок, водно-льодовикових і еолово-делювіальних відкладень середньочетвертинного віку практично не захищені від забруднення з поверхні, отже не придатні для організації централізованого водопостачання. Проте з точки зору формування якісного складу питних підземних вод вони відіграють велику роль, тому що виступають в ролі живлячих. Цей відомий факт до останнього часу не викликав особливого занепокоєння, оскільки вважалося, що будова гідрогеологічного розрізу та інтенсивність природного вертикального водообміну забезпечує надійний захист питних підземних вод від забруднення з поверхні. Але ще з другої половини минулого століття фіксується наявність зон знижених гідродинамічних напорів у водоносному горизонті у відкладах канівської і бучацької серій еоцену, який залягає вище горизонтів питних підземних вод, з яких здійснюється водовідбір. Виявлені локальні депресійні воронки в ґрунтових водах та території міста, причиною утворення яких вважається функціонування водозаборів питних підземних вод [3]. Як відомо, при утворенні воронок депресії на урбанізованих територіях відбувається розширення зони активного водообміну між питними та вищезалягаючими водоносними горизонтами та може відбуватися інверсія градієнтів тиску, в результаті якої висхідні потоки змінюються низхідними.

Протягом останнього часу у м. Києві докорінно змінилися та подовжують змінюватись природний рельєф й гідрографічна мережа. Значне поширення насипних ґрунтів та перепланування денної поверхні знищило багато природних геоморфологічних елементів. Крім того на території міста створено багато систем локального технічного водопостачання за рахунок підземних вод, що відбувалося без належного наукового гідрогеологічного обґрунтування. Все вищезгадане, а також наявність величезної кількості старих колодязів, погребів, ям, комунікацій, дренажів тощо, у значній мірі змінило природні гідрогеологічні умови. Описані зміни гідродинамічного режиму підземних вод, викликані діяльністю людини, в свою чергу впливають на зміни гідрохімічного режиму [2].

Для оцінки захищеності питних підземних вод міста (звіти ДП "Північгеологія") на якісному рівні зазвичай використовується "Схематична карта природної захищеності підземних вод території м. Києва" масштабу 1: 50 000. Вона базується на схематичній карті умов захищеності та джерел можливого забруднення підземних вод Київського промислового району, створеної в 1984 році [3]. Згідно схематичної карти, водоносний горизонт у відкладах орельської світи середньої юри є захищеним на всій території міста, а водоносний комплекс у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди захищений на правобережній території та умовно захищений на Лівобережжі. Водоносні горизонти та комплекси, що залягають вище, є незахищеними або умовно захищеними. З цього можна зробити висновок про те, що, незважаючи на природну

захищеність питних підземних вод у м. Києві, в разі подальшого переважання низхідних потоків (в результаті зниження п'єзометричних напорів при збільшенні водовідбору) та штучного збільшення живлення водоносних горизонтів за рахунок ґрунтових вод, можна очікувати погіршення якості питних підземних вод [1]. Отже, задача кількісної сучасної оцінки захищеності питних підземних вод на території м. Києва є вкрай нагальною.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати аналізу змін хімічного складу питних підземних вод водоносного комплексу у відкладах іваницької світи середньої та верхньої юри і загорівської, журавинської, буромської світ нижньої та верхньої крейди в межах м. Києва протягом всього періоду їх експлуатації дозволили зробити такі висновки. З кінця XIX – початку XX ст. хімічний склад водоносного комплексу зазнав помітних змін. Клас якості води згідно ДСТУ 4808:2007 у цілому змінився з першого (відмінна, бажана якість) до третього (задовільна, прийнятна якість). Зміни є неоднаковими за площею та відрізняються у різних геоморфологічних районах [2]. За допомогою геоінформаційних систем виявлені ділянки, на яких відбувається порушення гідрогеологічних умов під впливом техногенних факторів. Фіксуються зміни впливу різних природних і антропогенних факторів на вразливість водоносного горизонту.

За результатами досліджень просторової зміни мінералізації підземних вод водоносного горизонту у відкладах орельської світи середньої юри за даними бюветних і водозабірних свердловин (від 160 до 954 мг/дм<sup>3</sup>) можна зробити висновок, що вона суттєво відрізняється для різних регіонів міста (рис. 1) і сягає

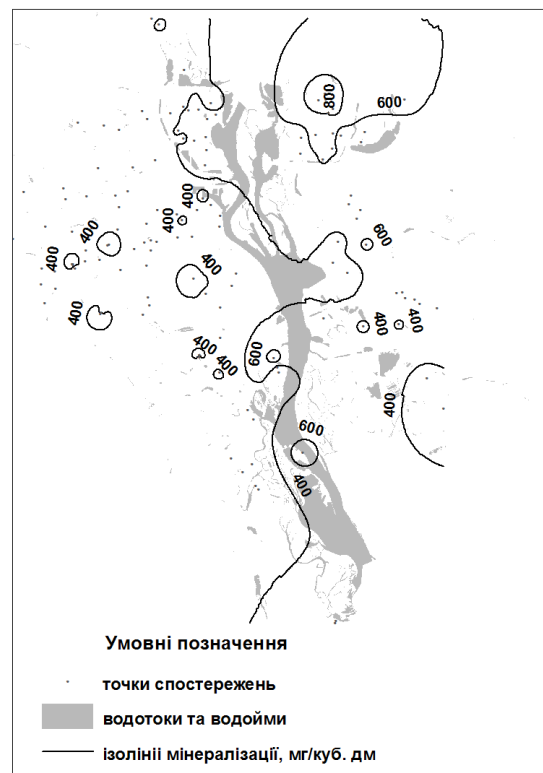


Рис. 1. Карта мінералізації підземних вод водоносного горизонту у відкладах орельської світи середньої юри за даними бюветних і водозабірних свердловин у м. Києві

більших значень на Лівобережжі. Це також свідчить про необхідність детальних досліджень захищеності підземних вод горизонту з урахуванням геолого-гідрогеологічних особливостей будови території.

## ВИСНОВКИ

Отримані результати дозволять в подальшому порівнювати та оцінювати різні частини території міста з точки зору зміни захищеності підземних вод від забруднення та з урахуванням виявлених природних факторів захищеності, часу та техногенних чинників забруднення, а також можуть бути використані при проектуванні та практичній реалізації системи гідрогеологічного моніторингу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошляков О. Виснаження та забруднення питних водоносних горизонтів в умовах інтенсивної експлуатації на території м. Києва/ О. Кошляков, О. Диняк, І. Кошлякова // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Геологія. – № 56. –К., -2012. – С.38–42.
2. Кошлякова Т. О. Зміни хімічного складу питних підземних вод м. Києва в процесі експлуатації/ Т. О. Кошлякова // Збірник наукових праць ІГН НАН України. –К.,– 2011. – С. 88 – 93.
3. Мокієнко В. І. Оцінка зміни поля напорів ґрунтових вод лівобережної частини м. Києва під впливом антропогенних факторів з застосуванням гідрогеологічного моделювання та ГІС-технологій/ В. І. Мокієнко, О. В. Мокієнко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія-Географія-Екологія, № 924. –Харків, 2010. – С.56-61.
4. Шестопалов В. М. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции / В. М. Шестопалов, А. С. Богуславский, В. Н. Бублясь – К. :Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины, 2007. – 120 с.

## REFERENCES

1. Koshlyakov, O., Dinyak, O., Koshlyakova, I. (2012), "Depletion and contamination of drinking water aquifer under intensive exploitation on the territory of Kyiv", *Visnyk of Taras Shevchenko National University: Geology*, № 56 ["Vysnazhennia ta zabrudnennia pytnykh vodonosnykh horyzontiv v umovakh intensyvnoi ekspluatatsii na terytorii m. Kyieva"], *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Seriiia Neolohiia*. № 56], Kyiv, pp. 38-42.
2. Koshlyakova, T. O. (2011), "Potable water chemical composition changes in Kyiv during exploitation", *Collection of scientific works IGN NAS of Ukraine*, ["Zminy khimichnoho skladu pytnykh pidzemnykh vod m. Kyieva v protsesi ekspluatatsii"], *Zbirnyk naukovykh prats IHN NAN Ukrainy*, Kyiv, pp. 88-93.
3. Mokienko, V. I., Mokienko, A. V. (2010), "Evaluation of changes in pressure field ground water left bank of Kiev due to anthropogenic factors using hydrogeological modeling and GIS technology", *Visnyk of Karazin Kharkiv National University: Geology-Geography-Ecology*, № 956 ["Otsinka zminy polia naporiv gruntovykh vod livoberezhnoi chastyny m. Kyieva pid vplyvom antropohenykh faktoriv z zastosuvanniam hidroheolohichnoho modeliuвання ta HIS-tehnolohii". *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriiia: Neolohiia-Heohrafiia-Ekolohiia*, № 924], Kharkiv, pp. 56-61.
4. Shestopalov, V. M., Bohuslavsky, A. S., Bublasy V. N. (2007), *Groundwater protectability and vulnerability assessment with account of fast migration zones [Otsenka zashchishchennost i uязvimosti podzemnykh vod s uchetom zon bystroy migratsii Nauchno-inzhenernyy tsentr radiogidrogeoeologicheskikh poligonnykh issledovaniy. Institut geologicheskikh nauk NAN Ukrainy]*, Kyiv Radioecological Center. Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 120 p.

Надійшла 28.06.2014

**А. Е. Кошляков**<sup>1</sup>, доктор геол. наук, заведующий кафедрой,

**О. В. Дыняк**<sup>2</sup>, канд. геол. наук, ассистент,

**И. Е. Кошлякова**<sup>3</sup>, ведущий инженер,

<sup>1</sup> кафедра гидрогеологии и инженерной геологии,

<sup>2</sup> кафедра геоинформатики

<sup>3</sup> НИС “Гидрогеологических и инженерно-геологических проблем”

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

irkos@ukr.net

## **К ВОПРОСУ УЯЗВИМОСТИ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ КИЕВСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ С УЧЕТОМ ПРИРОДНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ.**

### **Резюме**

Рассматривается вопрос оценки защищенности (уязвимости) подземных вод, которые используются для питьевого водоснабжения г. Киева. Определены участки, на которых происходит нарушение гидрогеологических условий под влиянием техногенных факторов. Обоснована актуальность детальных исследований защищенности подземных вод с учетом геолого-гидрогеологических особенностей строения территории.

**Ключевые слова:** г. Киев, подземные воды, питьевое водоснабжение, защищенность, уязвимость, минерализация.

**О. Е. Koshliakov**<sup>1</sup>, doctor of geology, head of department,

**О. V. Dyniak**<sup>2</sup>, PhD geology, assistant,

**I. E. Koshliakova**<sup>3</sup>, leading engineer,

<sup>1</sup>Department of Hydrogeology and Engineering Geology

<sup>2</sup>Department of Geoinformatic,

<sup>3</sup>R & D sector “Hydrogeological and engineering geological problems”

National Taras Shevchenko University of Kyiv

Vasylkivska str., 90 Kyiv, 03022, Ukraine

irkos@ukr.net

## **NATURAL SECURITY (VULNERABILITY) OF GROUNDWATER USED FOR DRINKING WATER SUPPLY IN KIEV**

### **Abstract**

*Purpose* The article is devoted to security (vulnerability) of groundwater used for drinking water supply in Kiev. Object of research are groundwater horizons and complexes in territory of Kiev. Subject of researches is the groundwater horizons security. The purpose of researches is Kiev's territory estimation from the point of view of hydrochemical groundwater changes security.

*Methodology* The published scientific information about hydrogeology conditions of Kiev's drinking groundwater horizon and complex changes for the period of their operation was analyzed. The groundwater complex ( $J_{2-3}iv + K_{1-2}zg-br$ ) and groundwater horizon

( $J_2or$ ) were considered. They are used for drinking water supply from the end of XIX century. Were assembled and processed the groundwater chemical analyses actual data which used for drinking water supply. Data are accumulated and processed in geographic information system medium.

*Finding* The problem of security for drinking groundwater in natural conditions and in conditions of anthropogenic influence is investigated. From the end XIX – beginning XX of century the groundwater complex ( $J_{2,3}iv + K_{1,2}zg-br$ ) chemical structure has changed. The class of quality of water on ДСТУ 4808:2007 (State standard) as a whole has changed from first (excellent) up to third (satisfactory). The changes are unequal on the area and differ in various geomorphologic areas. The areas, on which there is an infringement of hydrogeology conditions under anthropogenic factor influence, are revealed with help of GIS-systems. The anthropogenic changes are fixed in the groundwater horizon ( $J_2or$ ) too. The researches of spatial mineralization change in the groundwater horizon ( $J_2or$ ) show that it essentially differs for different regions of city (fig. 1) and reaches the large meanings on the left coast of Dnieper. It also testifies to necessity of detailed researches of security of groundwater in view of geological and hydrogeological structure features.

*Results* The areas of the anthropogenic violation hydrogeology conditions are revealed. The urgency of detailed studies of groundwater protection taking into account the geological and hydrogeology characteristics of the structure territory are proved. The received results may be used at designing system of hydrogeological monitoring

**Keywords:** Kiev, groundwater, drinking water supply, security, vulnerability, mineralization.