

## ЕКОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЯКОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОГЕННИХ ТА НЕОТЕКТОНІЧНИХ ФАКТОРІВ (НА ПРИКЛАДІ БУЧАЦЬКО-КАНІВСЬКИХ ВОДОЗАБОРІВ СХІДНОЇ УКРАЇНИ)

**С.М. Левонюк**

*Український науково-дослідний інститут природних газів,  
61010, Гімназійна наб., 20, Харків, Україна*

**І.В. Удалов**

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна  
61022, пл. Свободи, 4, Харків, Україна  
E-mail: sergii.levonyuk@gmail.com*

Роботу присвячено актуальній екологічній темі – дослідженню трансформації якості питних підземних вод в умовах сучасного інтенсивного техногенезу. Виявлено еколого-геологічні передумови змін хімічного складу підземних вод цільового, бучацько-канівського комплексу у межах регіону робіт (Східна Україна). Визначено характерні гідрохімічні елементи-індикатори якості вод та їх критичні значення, які вказують на трансформаційні процеси складу вод. Виявлено та детально досліджено еколого-гідрохімічні особливості експлуатації потужних водозаборів регіону робіт, у межах впливу яких простежуються відповідні зміни складу вод цільового комплексу. Встановлено наявність безпосереднього зв'язку між факторами техногенезу та активністю даних процесів. Визначено, що дослідження дають змогу оптимізувати вибір показників хімічного складу питних підземних вод для геоекологічного моніторингу на водозаборах у межах регіону робіт.

*Ключові слова:* підземні води, бучацько-канівський водоносний комплекс, екологічні та гідрогеологічні фактори зміни якості, техногенез, глибинні солоні води.

### Загальна постановка проблеми та її актуальність.

Сучасний активний техногенний пресинг на питні підземні води призводить до суттєвих змін якості води на водозаборах. Причому поряд із поверхневим забрудненням доволі часто причинами змін є вторгнення природних вод глибинного походження до експлуатаційного водоносного комплексу [2, 8, 13, 16 та ін.]. У цьому випадку з'являється необхідність дослідження даних процесів.

У межах Східної України проблема якісних питних підземних вод стоїть гостро. Води водоносних комплексів, що експлуатуються у межах значної кількості потужних водозаборів, частково або повністю не придатні для питних цілей через підвищені значення гідрохімічних показників. Є припущення, що ці показники змінюються унаслідок вторгнення солоних вод глибших горизонтів. Тому існує нагальна потреба у розробці концептуального підходу до вивчення даних процесів трансформації хімічного складу питних підземних вод регіону. Особливо важливим є бучацько-канівський водоносний комплекс як одне із основних джерел водопостачання населення регіону.

### Аналіз попередніх досліджень і публікацій.

Питаннями, пов'язаними із вивченням режиму та змін хімічного складу питних підземних вод у розрізі екологічної безпеки територій, шляхів міграції забруднювальних речовин до них, впливу техногенезу на формування якісного складу цих вод, у різний час та у різних регіонах світу займалися багато науковців. Серед вітчизняних дослідників це В.М. Гольдберг, Ф.М. Бочевер, С.М. Єлохіна, І.С. Зекцер, І.К. Гавич, К.Є. Питьєва, Є.М. Споріднених, В.М. Пілатовський, В.М. Шестаков, Н.Н. Веригін, С.Н. Бузінов, В.М. Шестопапов, О.М. Овчиніков, Г.М. Захарченко, К.Н. Варава, Ю.С. Бут, А.Ю. Лукін, Б.М. Мандрик, В.О. Терещенко, Г.І. Рудько, В.І. Лялько, В.М. Прибилова, М.С. Огняник, Є.О. Яковлев, Е.Я. Жовинський, І.К. Решетов, Л.М. Рогачевська, О.Є. Кошляков, Д.Ф. Чомко, М.І. Плотников, І.В. Удалов, В.Г. Суярко, В.В. Яковлев, Н.П. Осокіна, О.А. Остроух.

Подібними питаннями серед науковців далекого зарубіжжя займалися W.H. Ciang, W. Kinkelbach, J. L. Nieber, O. Schmoll, G. Howard, J. Chilton, I. Chorus, J. Margat, B. Rezac, M. Olmer, M. Vrana, G.B. Engelen, L.J. Andersen, E. Gosk, J. Vrba, B. Marcolongo, S.S.D. Foster, L. Pretto, D.C. Rund-

quist, G. Murray, A. Zaporoze, M. DeMaio, P. Magiera, M. Civita та інші.

Серед робіт останніх років, які пов'язані із темою статті, виділяються дослідження В.Г. Суярко, І.К. Решетова, М.В. Кухара, О.О. Сердюкової, В.М. Прибилової, В.В. Яковлева, І.В. Удалова, А.В. Кононенко та ін.

В.Г. Суярко у роботі [13] досліджував формування гідрогеохімічних аномалій підземних вод глибинного походження у межах Східної України та їх зв'язок із тектонічними структурами.

Роботи М.В. Кухара [6] спрямовані на дослідження галогенів (F, Cl, Br, I) у підземних водах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Так, їх підвищений вміст вказує на вплив глибинних факторів (перетікання за допомогою активних тектонічних порушень). Були визначені характерні інтервали значень гідрохімічних показників.

Роботи О.О. Сердюкової [12] направлені на дослідження вмісту F у питних підземних водах Донбасу. Серед причин його підвищеного вмісту вказано тектонічні параметри регіону.

У монографії І.К. Решетова та ін. [11] розглянуто питання гідрогеологічних особливостей малих артезіанських басейнів Північно-Західного Донбасу. У цій роботі пов'язано підвищений вміст Br, B, I, F, зафіксований у водах хлоридно-натрієвого складу, із глибинними процесами, а саме із процесами вилугування їх із соленосних порід.

У роботах В.В. Яковлева [15] та В.М. Прибилової [10] оцінено якісний склад питних підземних вод сеноман-нижньокрейдового та мергельно-крейдового водоносних комплексів на території Харківської області. Дослідники дійшли висновку, що на формування хімічного складу вод суттєво впливають глибинні солоні води у місцях їх розвантаження у цільові водоносні комплекси. У районах тектонічних структур наявні підвищені значення сухого залишку та вмісту Cl із характерними мікрокомпонентами (Br та деякі ін.).

У роботах І.В. Удалова та А.В. Кононенко [4] розкрито тему процесів зниження якості питних підземних вод крейдяних водозаборів Східної України. Поряд із поверхневим забрудненням водоносного комплексу, на деяких водозаборах наявний процес підтоку некондиційних глибинних вод через розривні тектонічні порушення. Також зроблено висновок про наявність активного зв'язку між даним процесом та інтенсифікацією водовідбору на водозаборі.

Серед зарубіжних робіт останніх років виділяються дослідження N. Aksoy [16], A. Zaporoze

[20], J. L. Nieber [18], O. Schmoll, G. Howard, J. Chilton and I. Chorus [19], [17] та ін.

Згідно з результатами цих робіт, на якість підземних вод у межах водозаборів можуть впливати компоненти як техногенного (поверхневого), так і неотектонічного (глибинного) характерів. Зонами міграції цих компонентів до цільових водоносних комплексів є розривні тектонічні порушення.

На нашу думку, постійний техногенний пресинг на питні підземні води регіону досліджень потребує подальшого вивчення трансформації їхньої якості під впливом неотектонічних факторів. Особливо важливими є дослідження зв'язку інтенсивності техногенезу зі зміною якості вод.

**Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.** Попередні роботи, головним чином, були направлені суто на дослідження шляхів міграції забруднювачів із поверхні, а також змін якості підземних вод під впливом саме поверхневого забруднення. Але у межах територій із наявною сучасною геодинамічною активністю земної кори простежується значний вплив глибинних високомінералізованих підземних вод на якість питних вод зони активного водообміну. Особливо цей процес активізувався в умовах сучасного інтенсивного техногенного впливу на підземні води регіону. Наявні відомості з цього питання потребують уточнення та поглиблення.

Ще одним невіршеним питанням є визначення характеру зв'язку техногенезу зі змінами складу підземних вод, спричинених дією описаних вище факторів. Необхідно визначити екологічні та геологічні передумови активізації цього зв'язку.

У цій статті ми спробували вирішити вказані питання на прикладі потужних водозаборів бучацько-канівського водоносного комплексу, стратегічно важливого у межах Східної України.

**Метою роботи** є визначення екологічних та гідрохімічних особливостей трансформації якості питних підземних вод під впливом техногенних та неотектонічних факторів.

**Задачі дослідження:** 1) визначити еколого-геологічні передумови зміни хімічного складу вод бучацько-канівського водоносного комплексу;

2) простежити характерні регіональні гідрохімічні показники якісного складу підземних вод цільового комплексу та їхній зв'язок із неотектонічними особливостями території;

3) виявити характерні елементи-індикатори якості підземних вод та їхні критичні значення;

4) виявити потужні водозабори регіону робіт, у межах впливу яких простежується відпо-

відна трансформація складу вод цільового комплексу;

5) проаналізувати зв'язок техногенезу із активністю даних процесів.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження базується на застосуванні результатів понад 700 хімічних аналізів підземних вод цільового ком-

плексу зі свердловин у межах регіону робіт, виконаних протягом періоду активного техногенного навантаження на геологічне середовище досліджуваної території – 1960–2015 рр. Гідрохімічне опробування підземних вод здійснено на водозаборах згідно з відповідними методичними рекомендаціями з відбору проб підземних вод зі свердловин [9].

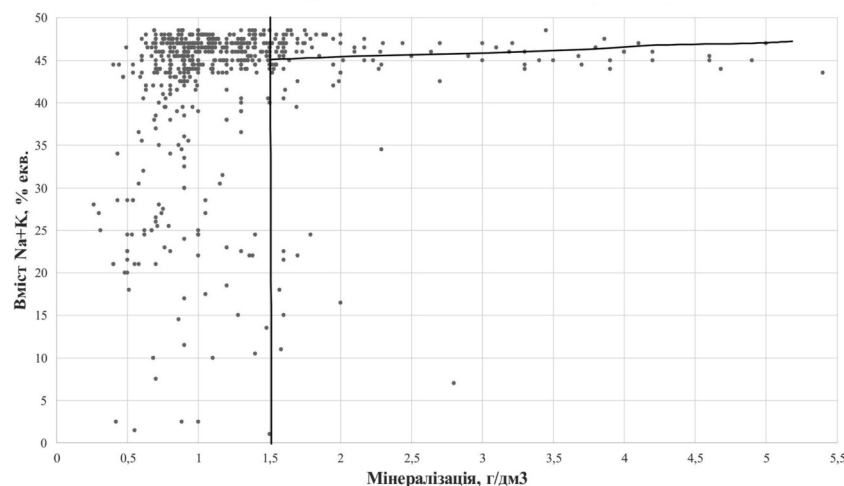
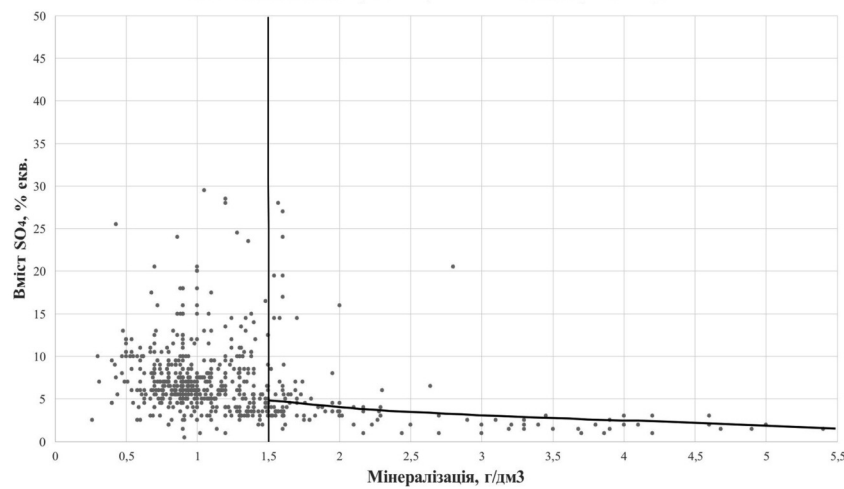
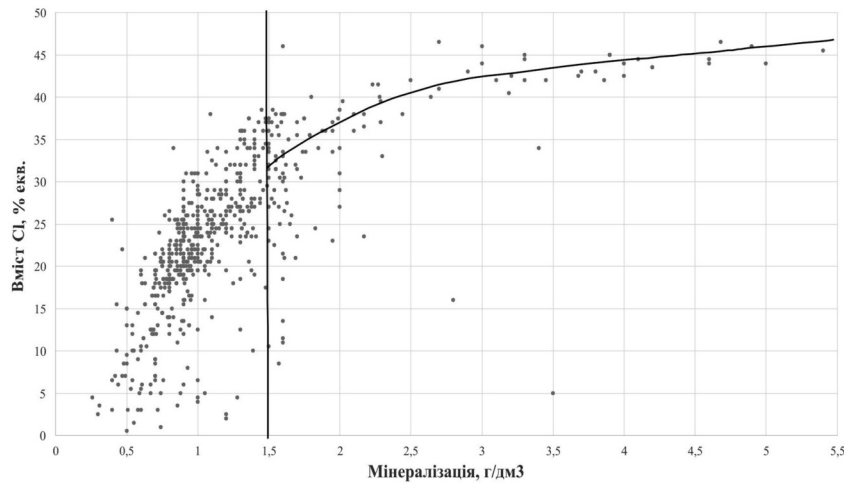


Рис. 1. Залежність вмісту характерних макрокомпонентів (% екв.) від мінералізації підземних вод (г/дм<sup>3</sup>)

Fig. 1. Graphs of the dependence of characteristic macro-components on the mineralization of groundwater

Також використано інформацію екологічного характеру щодо наявних і потенційних джерел виснаження й забруднення підземних вод та характеру їх розташування тощо. Використані й сучасні дані стосовно неотектонічних умов території досліджень. До уваги взято тектонічну будову по відбивальному горизонту IVб (Т) [1], у межах якого тектонічні порушення можуть впливати на гідрогеологічні умови зони активного водообміну.

У роботі використано такі методи отримання, обробки та інтерпретації необхідних еколого-гідрогеологічних даних: польові, хіміко-аналітичні, порівняльні, графічні. Крім цього, для обробки інформації застосовано ряд загальних методів досліджень – аналіз, синтез, систематизація, класифікація, моделювання. Для обробки отриманого значного масиву даних також використано математико-статистичний метод. Для моделювання змін гідрохімічних особливостей підземних вод використано методи інтерполяції та аналогій і програму *MapInfo Professional 10.0*.

**Результати дослідження та їх обговорення.**

Раніше [7 та ін.] ми визначили деякі геоекологічні особливості процесу зміни якості підземних вод під дією техногенного та неотектонічного факторів. Зокрема, він характерний для ділянок «накладання» зон інтенсивного техногенного навантаження на тектонічні структури, які поділені на блоки розривними порушеннями. Водоносні комплекси зони активного водообміну отримують додаткове живлення у межах тектонічних структур, де вони гідравлічно зв'язані із високомінералізованими водами юрських та тріасових відкладів.

За нашою гіпотезою, трансформація хімічного складу вод активізувалася в умовах техногенного впливу на підземні води регіону за рахунок таких процесів: інтенсифікація водовідбору підземних вод; зміни гідродинамічних умов водоносних комплексів унаслідок наросування мережі водозаборів; утворення регіональних депресійних воронко експлуатаційних водоносних комплексів, накладання яких створює синергетичний ефект.

Були виділені та проаналізовані вищеназвані зони інтенсивного техногенного навантаження на геологічне середовище досліджуваного регіону. До них віднесено території, у межах яких: створені та активно експлуатуються значні за площею мережі водозаборів, відстані між якими мінімальні – від 50–500 м до 1–2 км, а також спостерігається значна кількість екологічно небезпечних об'єктів.

Визначено, що до таких зон належать території, на які впливають техногенні об'єкти міст –

Полтави, Миргороду, Краснограду, Хоролу, Гадячу, Лубен, Карлівки, Решетилівки, Великої Багачки, Котельви, Лохвиці, Богодухова та деяких інших менш потужних об'єктів. Тому дослідження виконано у межах саме цих територій.

На першому етапі виділено та простежено характерні регіональні гідрохімічні показники – індикатори якісного складу підземних вод бучацько-канівського водоносного комплексу. Досліджено дві групи гідрохімічних показників: мінералізація та макрокомпоненти (передусім Cl) і характерні мікрокомпоненти (F, Fe, Br, B, I).

Установлено, що підвищені значення вмісту цих компонентів відносно фонових показників є одним із індикаторів наявності впливу глибинних солоних вод [3, 5, 13, 14].

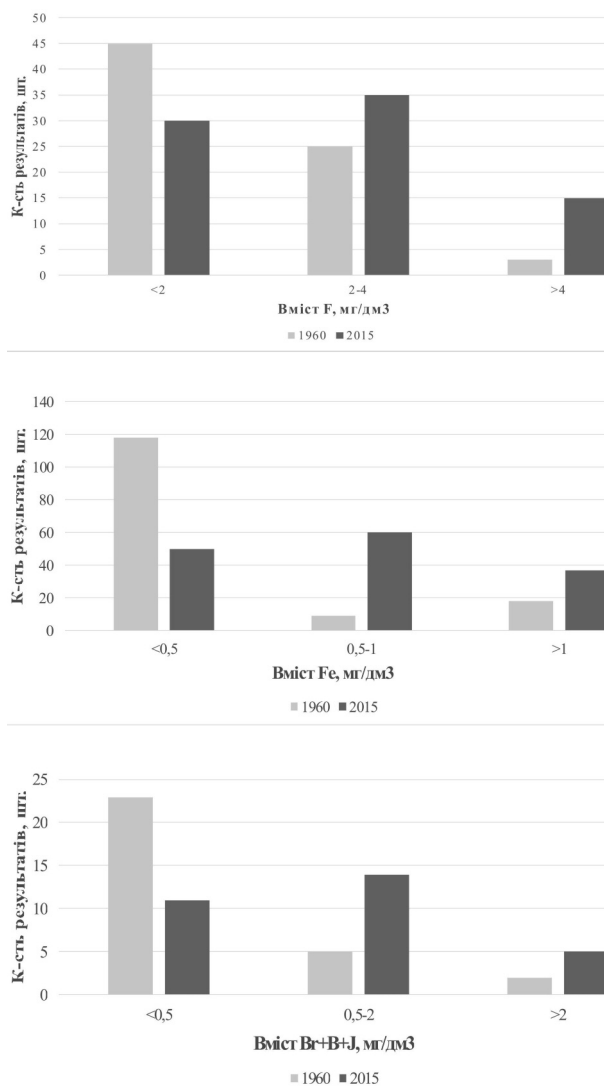


Рис. 2. Динаміка змін мікрокомпонентного складу підземних вод

Fig. 2. Dynamics of changes in the micro-component of groundwater

Таблиця 1. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах м. Полтава

Водоносний комплекс	Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>		Cl, мг/дм <sup>3</sup>		F, мг/дм <sup>3</sup>		Br + B + I, мг/дм <sup>3</sup>	
		Схід міста	Інші ділянки	Схід міста	Інші ділянки	Схід міста	Інші ділянки	Схід міста	Інші ділянки
Бучацько-канівських	1960–1965	980	583–770	397	150–275	3,2	1,9–2,9	1,0	0,23–0,79
	2010–2015	1400	840–1100	550	199–326	7,4	2,42–4,2	2,0	0,55–1,29
Сеноман-нижньокрейдвий	1960–1965	1050–1308	575–875	398–498	253–405	1,5–2,5	0,45–1,5	0,9–1,5	0,47–1,31
	2010–2015	1500–1800	750–1250	575–650	298–476	4,0–5,0	0,5–2,0	1,8–2,5	0,52–1,7

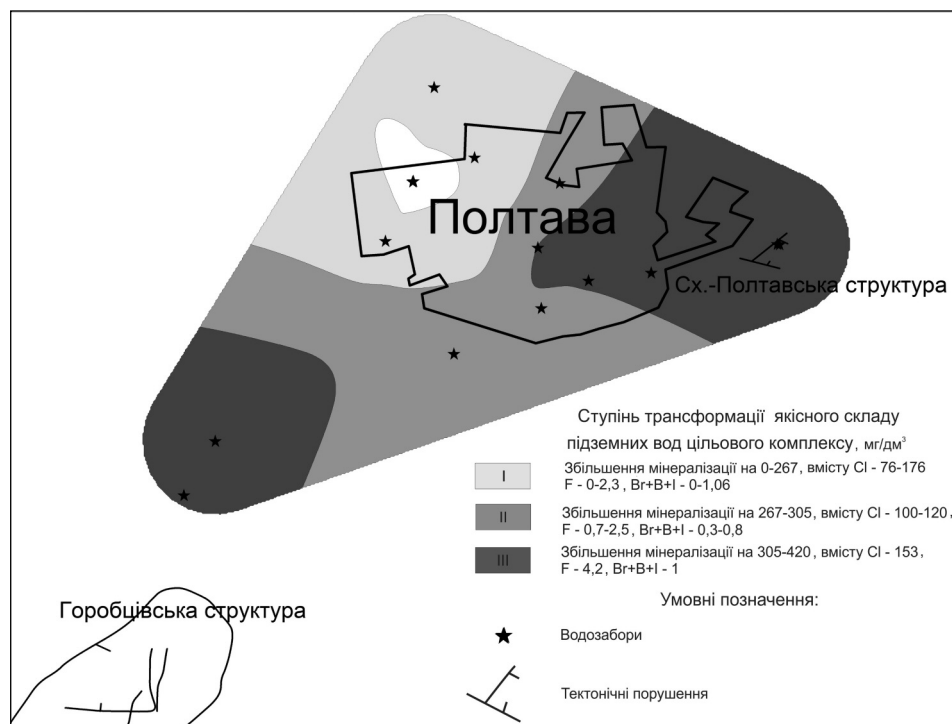


Рис. 3. Схема водозаборів м. Полтава, неотектонічної будови території та ступеня трансформації якісного складу підземних вод під впливом геоекологічних факторів (1960–2015)

Fig. 3. Schematic map of water intakes of Poltava city, the neotectonic structure of the territory and the degree of transformation of the qualitative composition of groundwater under the influence of geoeological factors (1960–2015)

**Мінералізація та макрокомпоненти.** Якщо показник мінералізації до 1500 мг/дм<sup>3</sup>, то спостерігається строкатість макрокомпонентного складу, властива питним підземним водам досліджуваного району. За 1500 мг/дм<sup>3</sup> і більше хімічний склад вод стає стабільним, з'являються чіткі лінії трендів показників макрокомпонентного складу (рис. 1). В аніонному складі стрімко збільшується відносний вміст Cl (до 35–45 % екв.) та, відповідно, зменшується відносний вміст HCO<sub>3</sub> (до 3–15 % екв.) і SO<sub>4</sub> (до 1,5–7,5 % екв.). Катіони стабілізуються до таких показників: Na + K – близько 45 % екв., Ca – 2–4, Mg – 1,5–4 % екв.

Тобто збільшення мінералізації підземних вод комплексу у межах регіону вище 1500 мг/дм<sup>3</sup> спричинене суто підвищенням відносного вмісту Cl та постійністю високого вмісту Na + K. Дані хімічні процеси не є характерними для вод комплексу та притаманні глибинним солоним водам. У близько 17 % відібраних проб підземних вод пере-

вищено вказані критичні межі мінералізації та вмісту Cl (1500 мг/дм<sup>3</sup> та 35 % екв. відповідно).

Таким чином визначено, що мінералізація та вміст Cl є характерними показниками наявності впливу глибинних вод на якість вод досліджуваного комплексу.

**Характерні мікрокомпоненти.** Простежено вміст у водах комплексу F, Fe, Br, B, I. Визначено, що для них характерна динаміка до збільшення вмісту у процесі активної експлуатації водозаборів (рис. 2).

**F.** Для підземних вод бучацько-канівського водоносного комплексу досліджуваної території взагалі характерний підвищений вміст F. Одна із причин: наявність шару фосфоритових конкрецій у підшві київських мергелів, вміст F в яких досягає 1,5 %. На основі попередніх досліджень [6 та ін.] нами виявлено характерні інтервали вмісту F у водах комплексу: 0,5–2 мг/дм<sup>3</sup> – без впливу додаткових факторів, 2–4 – у межах ділянок збагачення

Таблиця 2. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах м. Карлівка

Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>		Cl, мг/дм <sup>3</sup>		F, мг/дм <sup>3</sup>		Br + B + I, мг/дм <sup>3</sup>	
	У межах тект. структур	Поза межами тект. структур	У межах тект. структур	Поза межами тект. структур	У межах тект. структур	Поза межами тект. структур	У межах тект. структур	Поза межами тект. структур
1960–1965	1305–1400	1000–1050	455–515	275–320	3,0–3,6	2,1–2,3	0,9–1,2	0,3–0,34
2010–2015	1770–2000	1300–1310	660–800	390–400	4,5–6,0	3,0–3,2	2,0–2,6	0,89–1,0

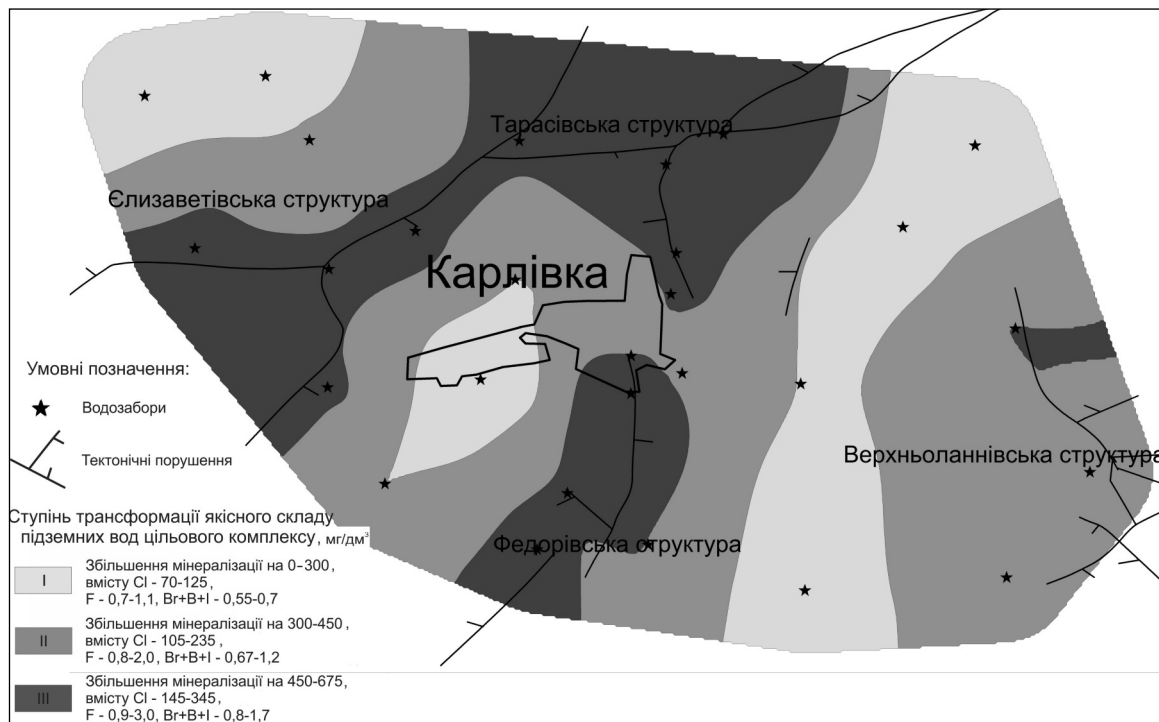


Рис. 4. Схема водозаборів м. Карлівка, неотектонічної будови території та ступеня трансформації якісного складу підземних вод під впливом геоecологічних факторів (1960–2015)

Fig. 4. Schematic map of water intakes of Karlivka city, the neotectonic structure of the territory and the degree of transformation of the qualitative composition of groundwater under the influence of geoeological factors (1960-2015)

водомістких порід фосфоритовими конкреціями, більше 4 мг/дм<sup>3</sup> – додаткове надходження компоненту в зонах впливу тектонічних порушень. Визначено, що у процесі активної експлуатації водозаборів вміст F зростає (рис. 2), за 55 років кількість понадфонових значень зросла із 38 до 63 %. Це вказує на збільшення додаткового надходження компоненту, у т. ч. глибинного походження, до вод комплексу.

**Fe, Br, B, I.** Вміст цих компонентів також збільшився з часом, зросла кількість понадфонових значень: Fe – із 19 до 66 %, Br, B, I – із 23 до 63 % (рис. 2).

Основними еколого-гідрогeологічними причинами підвищеного вмісту у воді Fe, вірогідніше за все, є: значна кількість глауконіту в шарі-колекторі; додаткове підживлення водами комплексу у сеноман-нижньокрейдових відкладах, оскільки у

цьому випадку концентрація кисню у буцацько-канівському комплексі зменшується і міграційна здатність Fe підвищується; можливе додаткове надходження компоненту глибинного походження.

Визначено, що Br, B, I у досліджуваному комплексі мають глибинне походження. Їх вміст значно зростає у зонах впливу тектонічних структур.

Під час досліджень виявлено близько 10 мереж водозаборів регіону робіт, у межах впливу яких простежуються активні зміни якості підземних вод під дією техногенних та неотектонічних факторів. Найбільш характерними є водозабори міст Полтава, Лубни, Хорол, Карлівка, Красноград, а також менш потужні водозабори у районі міст Решетилівка та Велика Багачка. У межах цих територій проблема екологічно якісних питних підземних вод стоїть особливо гостро, оскільки води цільового комплексу частково або повністю

Таблиця 3. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах м. Лубни

Водоносний комплекс	Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>		СІ, мг/дм <sup>3</sup>		F, мг/дм <sup>3</sup>		Вг + В + І, мг/дм <sup>3</sup>	
		Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки
Бучацько-канівський	1960–1965	722–1020	690–871	250–440	225–247	2,1–2,5	2,1–2,15	0,94–1,2	0,23–0,43
	2010–2015	1200–1550	898–900	550–720	267–280	3,5–5,1	2,35–2,4	1,5–2,1	0,39–0,56
Сеноман-нижньокрейдвий	1960–1965	2103–2300	1689	900–998	700	1,1–1,54	0,54	1,09–1,54	0,9
	2010–2015	2920–3105	1899	1110–1340	800	2,35–3,0	2,0	2,2–3,2	1,75

Таблиця 4. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах м. Хорол

Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>		СІ, мг/дм <sup>3</sup>		F, мг/дм <sup>3</sup>		Вг + В + І, мг/дм <sup>3</sup>	
	Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки	Тект. порушення	Інші ділянки
1960–1965	1432–1520	1199–1245	517–599	390–412	1,43–1,7	1,23–1,66	1,2–1,34	0,9–1,12
2010–2015	2298–2340	1387–1716	1092–1110	540–701	2,1–2,6	1,85–2,45	2,9–3,0	1,4–2,5

Таблиця 5. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах м. Красноград

Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>			СІ, мг/дм <sup>3</sup>		
	Захід території	Центр території	Схід території	Захід території	Центр території	Схід території
1960–1965	1176–1470	1000	469–770	335–596	318–320	196–298
2010–2015	1680–2100	1400–1420	670–1100	630–765	550–560	276–333
Роки спостережень	F, мг/дм <sup>3</sup>			Вг + В + І, мг/дм <sup>3</sup>		
	Захід території	Центр території	Схід території	Захід території	Центр території	Схід території
1960–1965	2,2–2,7	1,8–1,9	0,3–1,5	1,01–1,23	0,85–0,88	0,2–0,42
2010–2015	2,8–3,2	2,35–2,39	0,9–2,0	1,45–2,0	1,23–1,25	0,25–0,5

Таблиця 6. Дані гідрохімічних спостережень на водозаборах у районі міст Решетилівка та Велика Багачка

Роки спостережень	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>			СІ, мг/дм <sup>3</sup>		
	Пилипенківська та Кучерявська структури	Сагайдацька та Білоцерківська структури	Території міст	Пилипенківська та Кучерявська структури	Сагайдацька та Білоцерківська структури	Території міст
1960–1965	2250–2300	1350–1400	865–900	1050–1065	400–450	190–205
2010–2015	2950–3000	1800–1850	1138–1275	1535–1560	625–700	310–395
Роки спостережень	F, мг/дм <sup>3</sup>			Вг + В + І, мг/дм <sup>3</sup>		
	Пилипенківська та Кучерявська структури	Сагайдацька та Білоцерківська структури	Території міст	Пилипенківська та Кучерявська структури	Сагайдацька та Білоцерківська структури	Території міст
1960–1965	3,4–3,5	2,88–3,0	2,5–2,7	1,4–1,5	0,87–1,03	0,29–0,34
2010–2015	4,5–5,1	4,1–4,5	4,0	2,5–2,6	1,4–1,6	0,88–0,9

непридатні для питних цілей через підвищену мінералізацію та вміст СІ і характерних мікрокомпонентів (особливо F).

Регіону робіт властивий значний гідравлічний зв'язок між бучацько-канівським та сеноман-нижньокрейдовим водоносними комплексами. Особливо цей зв'язок активізувався у процесі інтенсифікації водовідбору підземних вод на потужних водозаборах. Тому у межах водозаборів міст Полтава та Лубни, де спостерігаються одні з

найактивніших водовідборів із сеноман-нижньокрейдного комплексу, досліджено еколого-гідрохімічні особливості вод обох комплексів.

*Водозабори м. Полтава.* Спостереження за гідрохімічними показниками якісного складу виконано на дев'яти водозаборах, які експлуатують бучацько-канівський водоносний комплекс, та 10 водозаборах – сеноман-нижньокрейдний. Загальна тенденція у складі вод – збільшення мінералізації та вмісту інших досліджуваних ком-

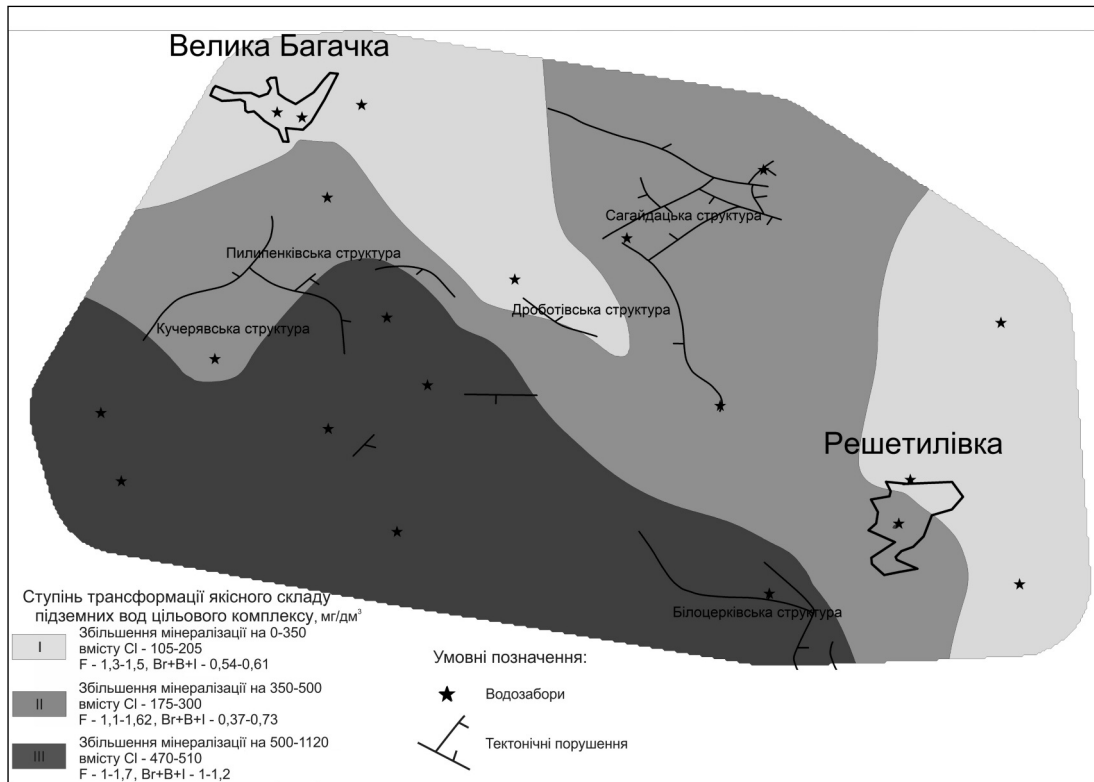


Рис. 5. Схема водозаборів у районі міст Решетилівка та Велика Багачка, неотектонічної будови території та ступеня трансформації якісного складу підземних вод під впливом геоecологічних факторів (1960—2015)

Fig. 5. Schematic map of water intakes of Reshetylivka, Velyka Bagachka cities, the neotectonic structure of the territory and the degree of transformation of the qualitative composition of groundwater under the influence of geocological factors (1960-2015)

понентів у східному напрямку (табл. 1). Причиною є розташована на східній околиці міста Східно-Полтавська тектонічна структура, яка у центральній частині розбита на блоки розривними порушеннями (рис. 3).

**Водозабори м. Карлівка** – досліджено дані по семи водозаборах. Установлено, що води цільового водоносного комплексу мають максимальні мінералізацію, вміст СІ та характерних мікрокомпонентів лише у зонах впливу Тарасівської, Єлизаветівської, Верхньоланнівської та Федорівської тектонічних структур. Підземні води центральної частини ділянки, розташованої поза межами структур, мають переважно фонові гідрохімічні показники (табл. 2, рис. 4).

**Водозабори м. Лубни.** Використані дані щодо п'яти водозаборів, які експлуатують бучацько-канівський комплекс, та чотирьох – сеноман-нижньокрейдовий. На півдні міста розташоване розривне тектонічне порушення, яке впливає на якість підземних вод обох комплексів (табл. 3).

**Водозабори м. Хорол.** Гідрохімічні спостереження виконано на семи водозаборах. Основним геоecологічним чинником трансформації якості

підземних вод є розривне тектонічне порушення на захід від міста (табл. 4).

**Водозабори м. Красноград.** Дослідження виконано на семи водозаборах. Техногенні та неотектонічні фактори активно впливають на якість підземних вод лише західної частини території. Саме тут розташовані Верхньоланнівська, Красноградська та Хрестищенська тектонічні структури і у бік цих структур збільшується мінералізація, вміст СІ та характерних мікрокомпонентів (табл. 5).

**Водозабори у районі міст Решетилівка та Велика Багачка.** Досліджено води на восьми водозаборах. Спостерігаються подібні гідрохімічні процеси, що і на описаних вище водозаборах. Збільшення значень характерних гідрохімічних показників відбувається у бік великих тектонічних структур території – Білоцерківської, Сагайдацької, Дроботівської, Пилипенківської та Кучерявської, при цьому у межах районних центрів – Решетилівки та Великої Багачки – якість вод не піддалася суттєвій трансформації. Однією з еколого-гідрогеологічних причин є те, що дані ділянки знаходяться поза межами впливу активних неотектонічних процесів (табл. 6, рис. 5).



**Висновки.** Визначено еколого-геологічні передумови трансформації хімічного складу підземних вод цільового комплексу у межах регіону робіт. Зміни якості характерні для ділянок «накладання» зон інтенсивного техногенного навантаження (екологічна складова) на тектонічні структури, які активно поділені на блоки розривними порушеннями (геологічна складова).

У ході робіт простежено характерні регіональні гідрохімічні показники якісного складу підземних вод бучацько-канівського водоносного комплексу та їхній зв'язок із неотектонічною будовою території. Встановлено критичні значення характерних елементів-індикаторів якості підземних вод – мінералізації ( $1500 \text{ мг/дм}^3$ ), вмісту Cl ( $35 \%$  екв.), F (близько  $4 \text{ мг/дм}^3$ ),  $\text{Br} + \text{B} + \text{I}$  (близько  $1,0\text{--}1,5 \text{ мг/дм}^3$ ), які вказують на трансформаційні процеси складу вод.

Виявлено та детально досліджені еколого-гідрохімічні особливості експлуатації потужних водозаборів регіону робіт, у межах впливу яких простежуються відповідні зміни складу вод цільового комплексу. Це водозабори міст Полтава, Лубни, Хорол, Карлівка, Красноград, а також менш потужні водозабори у районі міст Решетилівка та Велика Багачка.

Установлено наявність безпосереднього зв'язку між факторами техногенезу (інтенсифікація водовідбору та збільшення мережі водозаборів) та активністю названих процесів (різка зміна якості підземних вод за рахунок компонентів глибинного походження).

Виконане дослідження дає змогу оптимізувати вибір показників хімічного складу питних підземних вод для проведення геоекологічного моніторингу на водозаборах у межах регіону робіт.

#### Список літератури

1. Гузік Я.І. Узагальнення та оперативний аналіз геолого-геофізичних матеріалів в центральній частині Дніпровсько-Донецької западини за 2007—2009 рр. / ДГП «Укргеофізика» Східно-Українська геофізична розвідувальна експедиція. Полтава, 2009. 85 с.
2. Елохіна С.Н. Изучение условий подтока соленых вод к водозабору через разрывное нарушение и литологическое «окно». Тез. докл. VII Уральск. конф. мол. ученых «Геология и полезные ископаемые Урала». Свердловск, 1981. С. 55—58.
3. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1979. 200 с.
4. Кононенко А.В., Удалов І.В. Основні передумови зниження якості питних підземних вод крейдяних водозаборів Східної України. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Серія «геологія-географія-екологія»*. 2016. Вип. 44. С. 63—70.
5. Крайнев С.Р., Швець В.М. Основы геохимии подземных вод. М.: Недра, 1980. 285 с.
6. Кухар М.В., Крюченко Н.О. Гідрогеохімічні критерії міграції підземних вод Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2013. № 1 (13). С. 30—33.
7. Левонюк С.М., Удалов І.В. Техногенний вплив на еколого-гідрогеологічні фактори захищеності питних підземних вод Східної України. Тез. доп. V міжнарод. наук.-практ. конф. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». Трускавець, 2018. С. 26—28.
8. Матусевич В.М. Изучение формирования химического состава вод зон разрывных нарушений в связи с поисками рудных месторождений гидрогеохимическим методом: автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 1964. 25 с.
9. Методические рекомендации по изучению и прогнозу режима химического состава подземных вод в естественных и нарушенных условиях / сост.: Е.Н. Ярцева, В.А. Барон, В.М. Гольдберг [и др.]. М.: Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1974. 117 с.
10. Прибилова В.М. Оцінка якісного складу питних підземних вод сеноман-нижньокрейдяного водоносного комплексу на території Харківської області. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна, Серія «геологія-географія-екологія»*. 2015. № 43. С. 75—82.
11. Бут Ю.С., Решетов І.К., Дробноход Н.І. и др. Малые артезианские бассейны Северо-Западного Донбасса. Киев: Наук. думка, 1987. 200 с.
12. Сердюкова О.О. Гідрогеохімічні особливості фтора у зоні гіпергенезу Донбасу та деякі аспекти його впливу на організм людини. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Серія «геологія-географія-екологія»*. 2013. Вип. № 1084. С. 243—246.
13. Суярко В.Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. Харьков, 2006. 225 с.
14. Щербаков А.В. Закономерности обогащения подземных вод редкими химическими элементами. Применение гидрогеохим. метода при поисках рудных месторождений. М.: Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1974. С. 69—75.
15. Яковлев В.В. Стратегічні запаси прісної води мергельно-крейдяного водотриву Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна, Серія «геологія-географія-екологія»*. 2012. Вип. № 1033. С. 140—146.
16. Aksoy N., Şimşek C., Gunduz O. Groundwater contamination mechanism in a geothermal field: A case study of Balçova, Turkey. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2009. **103**, Iss. 1—2. P. 13—28.
17. Groundwater Resources of Southern Wisconsin / Southern Wisconsin Regional Planning Commission. Wisconsin Geological and Natural History Survey. Wisconsin Department of Natural Resources, 2002. Technical Report № 37.
18. Nieber J.L. The relation of preferential flow to water quality, and its theoretical and experimental quantification. *Preferential Flow. Water Management and Chemical Transport in the Environment*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium, January 3—5, 2001. Honolulu, American Society of Agricultural Engineers (ASAE). P. 1—9.

19. Protecting Groundwater for Health: Managing the Quality of Drinking-water Sources / O.Schmoll, G.Howard, J. Chilton (Eds.); World Health Organization, IWA Publishing. London, UK, 2006. 697 pp.
20. Zaporozec A. Groundwater Contamination Inventory. IHP-VI, Series on groundwater, No. 2. – UNESCO, 2002.

## References

1. Guzik, Ya.I. (2009). Generalization and operational analysis of geological and geophysical materials in the central part of the Dnipro-Donetsk depression: thematic party report 45/07 for 2007-2009], DGP «Ukrgeophysics» East-Ukrainian geophysical prospecting expedition, Poltava, 85 p. [in Ukrainian].
2. Yelokhina, S.N. (1981). The study of the conditions of the flow of salt water to the water intake through the fault and the lithological «window». Abstracts VII Uralsk. conf. they say scientists «Geology and minerals of the Urals», Sverdlovsk, pp. 55-58 [in Russian].
3. Zhovinskiy, E.Ya. (1979). Fluorine geochemistry in sedimentary formations of the south-west of the East European Platform. Kyiv: Naukova dumka, 200 p. [in Russian].
4. Kononenko, A.V., Udalov, I.V. (2016). The main prerequisites for reducing the quality of drinking groundwater of chalk water intakes of Eastern Ukraine. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology-Geography-Ecology*, No. 44, pp. 63-70 [in Ukrainian].
5. Kraynev, S.R., Shvets, V.M. (1980). Basics of groundwater geochemistry. Moscow, 285 p. [in Russian].
6. Kuhar, M.V., Kryuchenko, N.O. (2013). Hydrogeochemical criteria for groundwater migration in the Dnipro-Donetsk artesian basin. *Exploration and Environmental Geochemistry*, No. 1 (13), pp. 30-33 [in Ukrainian].
7. Levoniuk, S.M., Udalov, I.V. (2018). Technological influence on ecological and hydrogeological factors of protection of drinking groundwaters of Eastern Ukraine. *Abstracts of the reports at the 5<sup>th</sup> international scientific-practical conference «Usage in Ukraine. Prospects for Investing»*, Truskavec, pp. 26-28 [in Ukrainian].
8. Matusevich, V.M. (1964). Study of the formation of the chemical composition of water in zones of faults due to the search for ore deposits by hydrogeochemical method. Extended abstract of candidate's thesis, Tomsk, 25 p. [in Russian].
9. Yartseva, Ye.N., Baron, V.A., Goldberg, V.M. (Eds.). (1974). Methodical recommendations for studying and forecasting the regime of the chemical composition of ground water in natural and disturbed conditions. Moscow, 117 p. [in Russian].
10. Prybylova, V.M. (2015). Assessment of qualitative composition of drinking underground waters of the Cenomanian-Lower Cretaceous aquifer complex in the territory of the Kharkiv region. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology-Geography-Ecology*, No. 43, pp. 75-82 [in Ukrainian].
11. Reshetov, I.K., But, Yu.S., Drobnokhod, N.I. (Eds.). (1987). Small artesian basins of the North-Western Donbas. Kyiv: Naukova dumka, 200 p. [in Russian].
12. Serdyukova, O.O. (2013). Hydrogeochemical features of fluorine in the zone of hypergenesis of the Donbas and some aspects of its influence on the human body. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology-Geography-Ecology*, No. 1084, pp. 243-246 [in Ukrainian].
13. Suyarko, V.G. (2006). Geochemistry of groundwater in the eastern part of the Dnieper-Donets aulacogen. Kharkiv, 225 p. [in Russian].
14. Shcherbakov, A.V. (1974). Regularities of groundwater enrichment by rare chemical elements. *The use of hydrogeochemical method when searching for ore deposits*. Moscow, pp. 69-75 [in Russian].
15. Yakovlyev, V.V. (2012). Strategic reserves of fresh water of the marl-chalk water front of the Dnipro-Donetsk artesian basin. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology-Geography-Ecology*, No.1033, pp. 140-146 [in Ukrainian].
16. Aksoy, N., Şimşek, C., Gunduz, O. (2009). Groundwater contamination mechanism in a geothermal field: A case study of Balçova, Turkey. *Journal of Contaminant Hydrology*, **103**, Iss. 1–2, pp. 13-28.
17. Groundwater Resources of Southern Wisconsin. (2002). Southern Wisconsin Regional Planning Commission. Wisconsin Geological and Natural History Survey. Wisconsin Department of Natural Resources. Technical Report No. 37.
18. Nieber, J.L.(2001). The relation of preferential flow to water quality, and its theoretical and experimental quantification. *Preferential Flow. Water Management and Chemical Transport in the Environment. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium*, January 3-5, 2001. Honolulu, American Society of Agricultural Engineers (ASAE), pp. 1-9.
19. Schmoll, O., Howard, G., Chilton, J. (Eds.). (2006). Protecting Groundwater for Health: Managing the Quality of Drinking-water Sources. World Health Organization, IWA Publishing. London, UK, 697 p.
20. Zaporozec, A. (2002). Groundwater Contamination Inventory. IHP-VI, UNESCO, Series on groundwater, No. 2.

**Levoniuk S.M.**

*Ukrainian Research Institute for Natural Gases*

**Udalov I.V.**

*V.N. Karazin Kharkiv National University*

### **Ecological and hydrochemical features of the transformation of drinking groundwater quality under the influence of technogenic and neotectonic factors (on the example of Buchak-Kaniv water intakes of Eastern Ukraine)**

*Problem Statement and Purpose.* The work is dedicated to a very important ecological issue - study of the transformation of drinking groundwater quality in conditions of modern intensive technogenesis on the geological environment. The purpose of the article was definition of ecological and hydrochemical features of the transformation of drinking groundwater quality under the influence of technogenic and neotectonic factors. *Data & Methods.* The author's development is based on the use of the results of more than 700 chemical analyzes of groundwater in the region during the 1960-2015 period. Also, environmental information and current data of the neotectonic conditions of the research area were used. A number of general research methods -

analysis, synthesis, systematization, classification, modeling, and statistical method were used in process the necessary information in the research area. Interpolation methods and analogies were used in modeling of changes in the hydrochemical features of groundwater. *Results.* The authors identify ecological and geological preconditions for changes in the chemical composition of groundwater of the target, buchak-kaniv complex within the region of works (Eastern Ukraine). The characteristic hydrochemical elements-indicators of water quality and their critical values, which indicate the transformation processes of water composition, were determined. The ecological and hydrochemical features of powerful water intakes exploitation of the works region, under the influence of which the corresponding changes in the composition of the water of the target complex were traced, were investigated and detailed. The availability of a direct connection between the factors of technogenesis and the activity of these processes was established. Conducted studies allow to optimize the choice of indicators of the drinking groundwater chemical composition during geoecological monitoring at water intakes within the region of works.

*Keywords:* groundwater, the buchak-kaniv aquifer, ecological and hydrogeological factors of quality change, technogenesis, deep salty water.

**Левонюк С.М.**

*Український науково-дослідницький інститут природних газів*

**Удалов І.В.**

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна*

**Эколого-гидрохимические особенности трансформации качества питьевых подземных вод под влиянием техногенных и неотектонических факторов (на примере бучакско-каневских водозаборов Восточной Украины)**

Работа посвящена актуальной экологической теме – исследованию трансформации качества питьевых подземных вод в условиях современного интенсивного техногенеза. Авторы обнаружили эколого-геологические предпосылки изменений химического состава подземных вод целевого бучакско-каневского комплекса в пределах региона работ (Восточная Украина). Определены характерные гидрохимические элементы-индикаторы качества вод и их критические значения, указывающие на трансформационные процессы состава вод. Обнаружены и подробно исследованы эколого-гидрохимические особенности эксплуатации мощных водозаборов региона работ, в пределах влияния которых прослеживаются соответствующие изменения состава вод целевого комплекса. Установлено наличие непосредственной связи между факторами техногенеза и активностью данных процессов. Определено, что исследования дают возможность оптимизировать выбор показателей химического состава питьевых подземных вод для проведения геоэкологического мониторинга на водозаборах в пределах региона работ.

*Ключевые слова:* подземные воды, бучакско-каневский водоносный комплекс, экологические и гидрогеологические факторы изменения качества, техногенез, глубинные соленые воды.

Надійшла 15.10.2018.