

<https://doi.org/10.15407/10.15407/geotech2021.34.090>

УДК 556.314.043

**Удалов І.В., П'яташ Д.Р.**

**Удалов І.В.** д.г.н., професор, зав. кафедри гідрогеології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, <https://orcid.org/0000-0003-3844-6481>, [igorudalov8@gmail.com](mailto:igorudalov8@gmail.com)

**П'яташ Д.Р.** аспірант кафедри гідрогеології Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, [dmytropyatash123@gmail.com](mailto:dmytropyatash123@gmail.com)

## **КІЛЬКІСНИЙ ДИНАМІЗМ ПОКАЗНИКІВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЯК МАРКЕР ЯКІСНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ СИНІЧАНСЬКОГО ВОДОЗАБОРУ)**

*У статті надано фізико-географічну характеристику Синичанської водозабірної ділянки Ізюмського водозабору, яка розташована у 8 км на південний схід від м. Ізюму, Харківської області. Розглянуто гідрогеологічні особливості водоносних горизонтів, що експлуатуються чотирма свердловинами. Проаналізовано геоморфологічні особливості території, що досліджується. Також відображено аспекти геологічної будови ділянки. Представлено аналіз показників хімічного складу підземних вод Синичанської водозабірної ділянки з 2003 року. Серед найбільш відповідних завданню роботи хімічних сполук було відібрано значення вмісту нітратів, хлоридів та сульфатів, а також дані загальної жорсткості та мінералізації. Підвищення показників спостерігається у всіх свердловинах. Інтенсивність підвищення є різною для кожної експлуатаційної свердловини та відповідної хімічної сполуки. Це свідчить щонайменше про неоднорідність факторів впливу та процесів, що відбуваються у водоносних горизонтах даної водозабірної ділянки. Серед таких факторів і процесів, з огляду на незначні глибини свердловин, можна відзначити і техногенез. Оскільки Синичанський водозабір експлуатується для водозабезпечення значної кількості житлових масивів м. Ізюму, доцільним є детальний аналіз динаміки представлених даних. Дослідження динаміки розподілу хімічних показників складу підземних вод у різні періоди за допомогою математичних та графічних методів дозволить не лише індуктивно дослідити динаміку минулих років, а й кількісно спрогнозувати майбутні тенденції складу вод міжпластових водоносних горизонтів зазначеного регіону. З огляду на зростаючий та все більш помітний дефіцит якісних водних ресурсів на території України, аналіз даних з водозабірних ділянок міста Ізюму може дати репрезентативну картину реальної локальної ситуації у сфері водного господарства, гідрогеології та гідрогеохімії вод Ізюмського району загалом та міста Ізюму зокрема.*

**Ключові слова:** динаміка, водоносний горизонт, жорсткість, мінералізація, нітрати, хлориди, сульфати, експлуатаційні свердловини, водозабірна ділянка.

**Вступ.** Гідрогеологічне середовище України є одним із ключових об'єктів досліджень у сфері екологічної безпеки. Незважаючи на доволі потужний науковий апарат щодо теоретичного та практичного вивчення підземних вод, проблема якості та збереження від виснаження все ж має суттєвий характер. Як для великих, так і для малих міст ця проблема так чи інакше стоїть на порядку денному. Процес вирішення даної проблеми пов'язаний із вивченням факторів впливу. Фактори впливу можуть бути як природними, так і техногенними, однак всі вони мають свій прояв у макропоказниках. У якості макропоказників у роботі представлено кількісні дані деяких категорій хімічного складу підземних вод Синичанського водозабору, які дають найбільш репрезентативне відображення наявної ситуації. Оскільки питання динамізму кондицій підземних вод важко розглядати ізольовано від фізико-географічних особливостей поверхні території, що вивчається, доцільним є вказати основні характеристики геоморфології, гідрології, та гідрогеології Ізюмського водозабору.

### **Аналіз попередніх досліджень і публікацій**

Фізико-географічні та гідрогеологічні особливості обраної території досліджуються впродовж тривалого, за історичними мірками, періоду. Великий об'єм наукових досліджень, польових експедицій та практичних експериментів проводився співробітниками Харківського національного університету. Оскільки ділянки водозаборів міста Ізюму мають прирусловий характер формування режиму підземних вод, то слід мати на увазі, що однобока характеристика суто гідрогеологічних особливостей може призвести до, щонайменше, значних неточностей у первинному аналізі та, як наслідок, до значних похибок кінцевих результатів.

Геоморфологічно територія водозабору відноситься до заплави та першої надзаплавної (борової) тераси лівого берега Сіверського Донця. Серед фундаментальних наукових робіт із геоморфології, що охоплюють і дану територію, можна виділити М.І. Дмитрієва [1]. У джерелі наводиться детальний опис рельєфу правобережжя

Сіверського Донця, але лівий берег охарактеризовано значно менше. Це може бути пов'язано з його «типовістю», проте в умовах сучасного техногенезу таке «нехтування» вже не є виправданим достатньою мірою. Особливості тектонічної будови заданого району в загальних рисах відображені у [2]. Серед науковців-геоморфологів XIX століття вивченням рельєфу Харківщини займалися Н.Д. Борисяк та І.Ф. Леваковський [3]. Останній досліджував різні природні феномени, серед яких і рельєф, і ґрунти, і геологія окремих районів. Проте для нашої роботи цінність представляють матеріали, які пояснюють певні нюанси утворення річкових долин та умови гідравлічного зв'язку озер із підземними водоносними горизонтами. Так, підходи до аналізу соляних озер Слов'янську можна використовувати як зразок для аналізу стариць Сіверського Донця в Ізюмському районі.

Як об'єкт гідрологічних досліджень басейн Сіверського Донця у Харківській області досліджувався багатьма науковцями. Найбільш відповідними задачам нашої роботи можна визначити праці Д.Ф. Чомка та В.І. Осадчого. У статті [4] представлено характеристику загальної ситуації щодо водовідбору в Україні. У роботі було порівняно затверджені експлуатаційні запаси з безпосереднім водовідбором у різних областях. Розуміння тенденцій на інших водозабірних ділянках важливе для кореляції з даними з досліджуваної нами ділянки, тим паче, що Синичанську ділянку в роботі детально не описано. У матеріалах УкрНДГМІ [5] В.І. Осадчий чітко описав динаміку змін мінералізації та іонного складу Сіверського Донця з 1990 по 2000 рр. У цій роботі представлено висновки щодо чинників формування гідрохімічного режиму лівобережних та правобережних приток Сіверського Донця. Описано типологію річкових водозборів: слабо мінералізовані (до  $700 \text{ мг/дм}^3$ ) річки лісостепової частини з гідрокарбонатним складом, річки степової частини з підвищеною мінералізацією (до  $1000 \text{ мг/дм}^3$ ) та залежним від гідрологічної фази складом вод, високо мінералізовані (до  $2500 \text{ мг/дм}^3$ ) річки півдня басейну з сульфатним складом вод. Окрім цього вартими уваги є дисертаційні роботи Г.В. Коробкової [6] та В.С. Мартинова [7]. У першій досліджено біологічні, екологічні та хімічні індекси річки Сіверський Донець. Визначено підвищення концентрацій цинку та азоту у пробах води Сіверського Донця вище м. Ізюму. Також, згідно досліджень, спостерігаються підвищення вмісту фосфатів у пробах води річки Оскіл, на заплаві якої частково розташований водозабір, що досліджується. Також у даній дисертаційній роботі представлено достатньо професійно скомпоноване, з точки зору класичної

картографії, гідрохімічне районування Сіверського Донця. Другу дисертаційну роботу присвячено аналізу середньої частини басейну Сіверського Донця та її охороні від забруднення. В.С. Мартинов доволі ґрунтовно розглядав гідрогеологічні особливості прируслових водозаборів Сіверського Донця на території Донбасу. У його роботі виділено два поверхи підземних вод: нижній та верхній. Детально розглянуто режими живлення водоносних горизонтів у різні роки та в залежності від морфології місця розташування безпосередньо самих свердловин. Також розглянуто хімічний склад вод, який для Донецької області в більшості випадків мав доволі строкатий характер у відповідності до техногенного навантаження того чи іншого регіону. Для нашого дослідження описана робота має більш історично-довідковий характер, оскільки дані дослідження виконувались у порівняно далекому минулому та й охоплювали дещо відмінний за особливостями техногенезу регіон.

Гідрогеологічні умови Харківської області та району досліджень найбільш ґрунтовно вивчали О.В. Гуров, І.В. Удалов, В.О. Терещенко та В.В. Яковлев. Ще наприкінці XIX століття О.В. Гуров відзначав значну виснаженість підземних вод у м. Харкові на прикладі зменшення дебітів Харківського пісковика та висихання білих пісків [8]. Звичайно, такі дані можуть бути менш закономірними для Ізюму, але вони яскраво ілюструють наявні проблеми забезпеченості водними ресурсами Харківської області, які почалися не вчора. Численні роботи І.В. Удалова присвячені структурі якісної трансформації підземних вод міських водозаборів. У [9] розглянуто причини та генезис забруднення підземних вод бучацько-канівського водоносного комплексу. Розуміння нюансів динаміки забруднення нітратами та хлоридами є важливим для даної роботи. У статті В.О. Терещенка [10] описано характеристики розсолів із глибоких свердловин ( $5,8 - 6,3 \text{ км}$ ) Дніпровсько-Донецької западини, що були сформовані в карбонівий період. Про некондиційність даних вод свідчать показники мінералізації (більше  $100 \text{ г/дм}^3$ ), хлоридно-натрієвий склад та значні концентрації метану. Тобто розробка альтернативних джерел кондиційних питних вод, окрім описаних далі, стоїть під питанням. У статті В.В. Яковлева [11] представлено детальний перелік джерел підземних вод у Харківській області та описано тенденцію до забруднення з часом експлуатації джерел. Також у даній статті зазначається про відсутність чіткого стратегічного плану щодо подальшої роботи над проблемами експлуатованих джерел.

**Мета статті** – дослідити зміни в часі виділених показників для Синичанської водозабірної ділянки.

### **Виклад основного матеріалу**

Факторами впливу на хімічний склад підземних вод можуть бути геологічна будова, геоморфологічні особливості території, сезонні коливання кількості опадів, техногенез.

Ізюмський водозабір підземних вод складається з двох водозабірних ділянок: Синичанської (Рис.1) та Міської, які розташовані у приурословій частині Сіверського Донця та Мокрого Ізюмцю відповідно.

Синичанський водозабір знаходиться на південному сході Ізюмського району, на відстані 8-ми км у південно-східному напрямку від м. Ізюму, на лівобережній заплаві р. Сіверський Донець, на північний захід від устя р. Оскіл. Водозабір було збудовано у 1987 р. у межах ділянки з розвіданими та затвердженими запасами, названо за прилеглим населеним пунктом – с. Синічено. Сverdловинами експлуатується мергельно-крейдянний водоносний горизонт. Нумерація свердловин відповідає номерам розвідницьких свердловин, біля яких їх пробурено й котрі ввійшли в схему підрахунків запасів. За даними детальної розвідки 1968-1972 років, запаси підземних вод мергельно-крейдяного горизонту затверджено в кількості 23500 м<sup>3</sup>/добу за категорією А+В+С<sub>1</sub> [12].

Тектонічно район досліджень відноситься до Дніпровсько-Донецької западини. Депресивність даної структури обумовлена процесами рифтогенезу в середньому палеозої. Це призвело до формування актуальних для наукового вивчення геологічних та геоморфологічних умов. А саме: достатньо великої кількості родовищ вуглеводнів, строкатості рельєфу та неоднорідності гідрогеологічних характеристик різних адміністративних одиниць області. Останнє і підлягає дослідженню в даній роботі. Рельєф представлений у вигляді типових форм для рівнинних водорозділів: заплави, тераси, яри та балки.

Загалом, на протязі антропогену річкова долина Сіверського Донця в даному районі не зазнала значних змін. Вона огинає Ізюмський виступ, який складений крейдыними породами, котрі виконують синклінальний прогин між Співаковською та Краснооскільською брахіантіклянальними складками.

Глобальним базисом ерозії для водно-ерозійних і водно акумулятивних форм рельєфу Ізюмського району виступає річка Сіверський Донець. Сіверський Донець, як найбільш впливовий на навколишнє середовище гідрологічний об'єкт в регіоні, відіграє значну роль у інфільтраційних процесах, динаміці підземних вод у верхньому гідрогеологічному поверсі, є зоною розвантаження та живлення.

Оскільки значна кількість експлуатаційних свердловин знаходиться на заплаві та першій

надзаплавній терасі, то доречним є розглянути кондиції алювіального безнапірного водоносного горизонту. У межах Синичанської ділянки він розвинений повсюдно і приурочений до пісків жовтувато-сірих дрібно-середньозернистих, що складають борову і заплаву терасу. Рівень ґрунтових вод має сезонний характер. Найнижче положення рівня – у період межені.

Глибини статичного рівня коливаються від 3,16 до 4,66 м, а потужність обводнених порід – від 6,68 до 14 м (середня потужність ділянкою – 9,4 м). Підшва горизонту представлена шаром пластичної крейди, яка відіграє роль відносного водотриву. Живлення водоносного горизонту здійснюється здебільшого за рахунок атмосферних опадів та з річки уздовж її русла, а також при вході паводкових вод на заплаву.

Найбільша частка підземних вод вилучається з водоносного горизонту мергельно-крейдыних відкладів, де водовмісні породи представлені тріщинуватими мергельно-крейдыними утвореннями. Глибина залягання водоносного горизонту коливається від 9 до 22,5 м. Потужність горизонту складає від 8,5 до 90,2 м. Виділяються зони найбільшого водоприливу, глибини яких змінюються від 13 до 88 м, із потужністю 35-80 м.

Розріджена пластична крейда представлена у вигляді покрівлі (потужність 4 м) і виступає як відносний водотрив. Відносність обумовлена взаємозв'язками між суміжними горизонтами, які було виявлено під час дослідних відкачок.

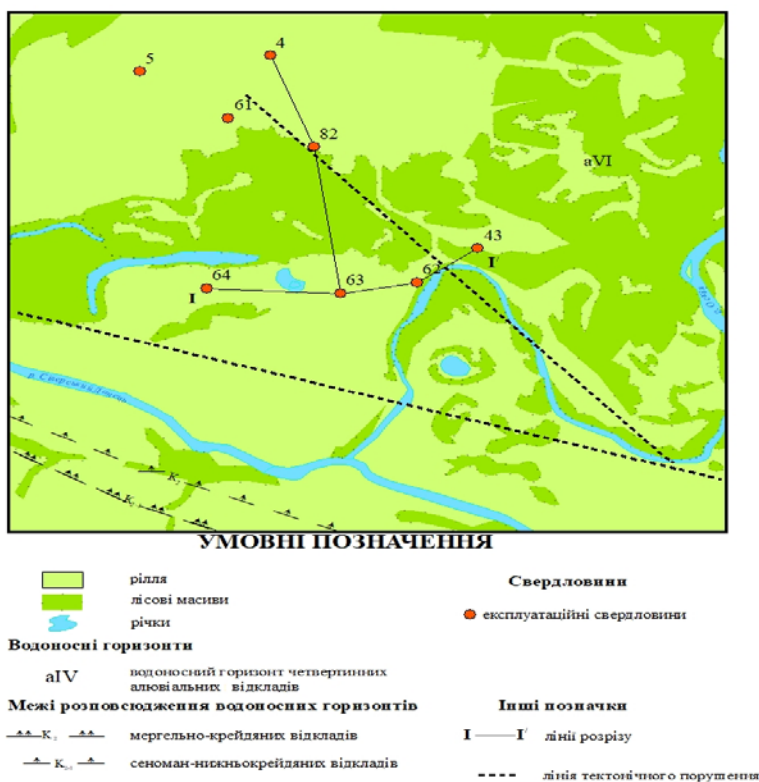
Нижнім водотривом слугують щільні мергельно-крейдыні відклади, що залягають нижче 100 м. Водоносний горизонт є напірним, а середні величини напорів у природних умовах становлять 12-15 м. Загалом ділянкою спостерігається зростання напору у напрямку на південний схід, яке обумовлене збільшенням глибини залягання крейдыних відкладів. Глибини статичного рівня у свердловинах детальної розвідки коливались від 2,95 до 4,4 м.

Слід виділити значну нерівномірність водозбагаченості мергельно-крейдыних відкладів, зумовлену різними показниками тріщинуватості порід. Найбільш високу водозбагаченість серед експлуатаційних свердловин має свердловина № 82, питомий дебіт якої становить 33,7 дм<sup>3</sup>/с. Коефіцієнти водопровідності також коливаються у широких межах: від 101 до 5944 м<sup>2</sup>/добу.

Основне живлення даний горизонт отримує з алювіального горизонту через інфільтраційні процеси атмосферних опадів, частково – у паводковий період. У південній частині ділянки нижній водотрив відсутній, додаткове живлення отримується від сеноман-нижньокрейдыного горизонту.

## Експлуатаційні свердловини на Синичанській ділянці

Масштаб 1: 20 0000



**Рис. 1.** Структура Синичанської ділянки Ізіумського водозабору  
**Fig. 1.** The structure of the Synychan section of the Iziyum water intake

Сеноман-нижньокрейдяний водоносний горизонт розповсюджений на всій території ділянки. Загальна потужність відкладів коливається від 9 до 12,25 м. Водомісні породи представлені тріщинуватими пісковиками й грубозернистими пісками, що місцями переходять у гравеліти. У центральній частині ділянки покрівля горизонту розташована на глибині 113 м. У крайових частинах мульди сеноман-нижньокрейдяні відклади залягають безпосередньо під четвертинними відкладами і оконтурюють мергельно-крейдяні утворення. Верхній водотрив представлений мергельно-крейдяними відкладами, а нижній – щільними глинами верхньої юри. Горизонт є напірним, а величини напору залежать від глибини залягання покрівлі. Показники напору коливаються від 19,73 до 110,75 м. Дебіт свердловин на цьому горизонті коливався від 3,8 дм<sup>3</sup>/с при зниженні 14,6 м до 14,0 дм<sup>3</sup>/ при зниженні 10,4 м. Живлення даного горизонту здійснюється за рахунок перетікання з алювіального горизонту в зонах виходів під четвертинні утворення. Коефіцієнт водопровідності змінюється від 44 до 71 м<sup>2</sup>/добу.

З огляду на все вищезазначене можна сказати про значну неоднорідність у конкретних гідрогеологічних показниках, а саме: дебітах свердловин, величинах напорів, потужностях водоносних горизонтів,

динамічних та статичних рівня тощо. Подібною є лише стратиграфічна картина водоносних горизонтів та види їх живлення, але і це твердження справедливе лише з певними уточненнями. Експлуатаційні свердловини на Міській ділянці зараз експлуатують лише вищезазначені водоносні горизонти, хоча розвідницькі матеріали свідчать про наявність достатніх для експлуатації об'ємів підземних вод і в горизонтах юрського періоду: водоносний горизонт відкладів келовейського ярусу верхньої юри, водоносний горизонт батського ярусу середньої юри, водоносний горизонт байського ярусу середньої юри. Аргументом для їх невикористання є передусім невідповідність вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [13]. Гідрокарбонатно-натрієві води з мінералізацією на рівні 1,54 г/дм<sup>3</sup> (келовейський ярус верхньої юри), хлоридно-натрієві води з мінералізацією до 5 г/дм<sup>3</sup> та жорсткістю до 29 ммоль/дм<sup>3</sup> (батський ярус середньої юри), гідрокарбонатно-хлоридно-натрієві води з мінералізацією 1,49 г/дм<sup>3</sup> та вмістом хлоридів понад 500 мг/дм<sup>3</sup> (байоський ярус середньої юри).

Для подальшого аналізу релевантним є вивчення хімічного складу підземних вод, адже цей фактор досі ще не було розглянуто в роботі. Характеристика хімічного складу та його динаміки може внести

послідовність до ще нечітко сформульованої закономірності.

Дослідження динаміки гідрогеохімічних міграцій може не тільки назвати вектори руху хімічних елементів і сполук чи виявити наявних агентів забруднення, а ще й продемонструвати загальний якісний стан підземних вод. Для отримання більш репрезентативної картини достатнім є визначення п'яти показників. Для цього було обрано показники рівня жорсткості, мінералізації, вмісту нітратів, хлоридів та сульфатів. Період дослідження – з 2003 по 2020 рік. Дані отримано від атестованої лабораторії Ізюмського комунального виробничого водопровідно-каналізаційного підприємства (далі – ІКВ ВКП).

На Синичанській ділянці станом на квітень 2021 року в експлуатації перебуває чотири свердловини: № 82, № 61, № 5, № 4. Дані за рівнями жорсткості води, яка вилучається експлуатаційними свердловинами, за описуваний період представлено на Рис. 2.

Аналізуючи динаміку розподілу рівнів жорсткості Синичанської водозабірної ділянки (Рис. 2), не можна не відмітити поступове збільшення показників. Із 2003 по 2020 рік показники коливались, але лінії тренду свідчать про чітке зростання жорсткості у пробах всіх свердловин. Наприклад, для свердловин

№ 82, № 61, № 5 та № 4 у 2003 році жорсткість складала 2,94; 2,65; 2,94 та 3,2 ммоль/дм<sup>3</sup> відповідно, а у 2020 р. – вже 5,19; 4,05; 4,49 та 3,77 ммоль/дм<sup>3</sup>.

За 18 років системних спостережень фіксується зростання жорсткості на 17,8% (№ 4), 52,8% (№ 61, № 5) та 76,5% (№ 82). Причому вказані відсотки не враховують точок екстремумів, наприклад, 2010 рік для свердловин № 61 та № 4 або 2015 рік для свердловини № 82, де різниця у відсотках буде ще більшою. Середні значення жорсткості: 4,36 ммоль/дм<sup>3</sup> (№ 82), 4,12 ммоль/дм<sup>3</sup> (№ 61), 4,13 ммоль/дм<sup>3</sup> (№ 5), 3,85 ммоль/дм<sup>3</sup> (№ 4).

Наступною категорією для виявлення тенденції було визначено мінералізацію (Рис. 3). За період з 2003 по 2020 рік спостерігається підвищення показника мінералізації з 250,9 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82); 257,3 мг/дм<sup>3</sup> (№ 61); 254,2 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5) та 181 мг/дм<sup>3</sup> (№ 4) до 533 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82); 528 мг/дм<sup>3</sup> (№ 61); 480 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5) та 477 мг/дм<sup>3</sup> (№ 4) відповідно. Зміни у відсотковому відношенні: 112,4 % (№ 82); 105,2 % (№ 61); 88,8 % (№ 5); 163,5 % (№ 4).

Згідно даних, екстремуми знову припадають на 2010 та 2015 роки. Середні значення: 384,91 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82), 346,85 мг/дм<sup>3</sup> (№ 61), 352,97 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5), 309,37 мг/дм<sup>3</sup> (№ 4).

Кількісні дані вмісту нітратів представлено на Рис. 4.

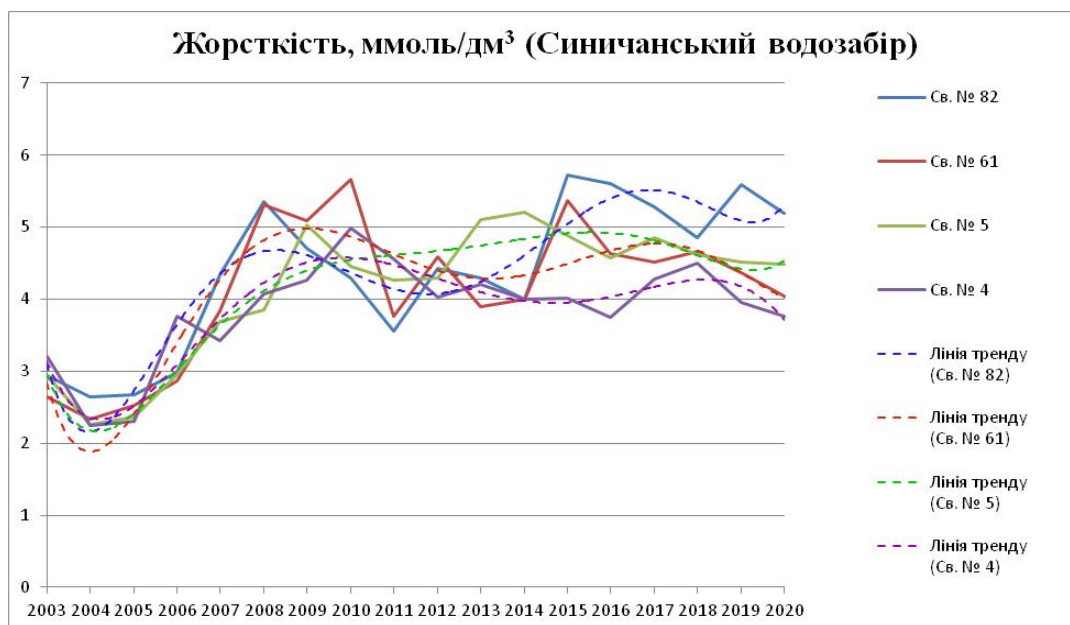


Рис. 2. Динаміка зміни жорсткості води на Синичанському водозабірному пункті

Fig. 2. Dynamics of water hardness change at Synychan water intake

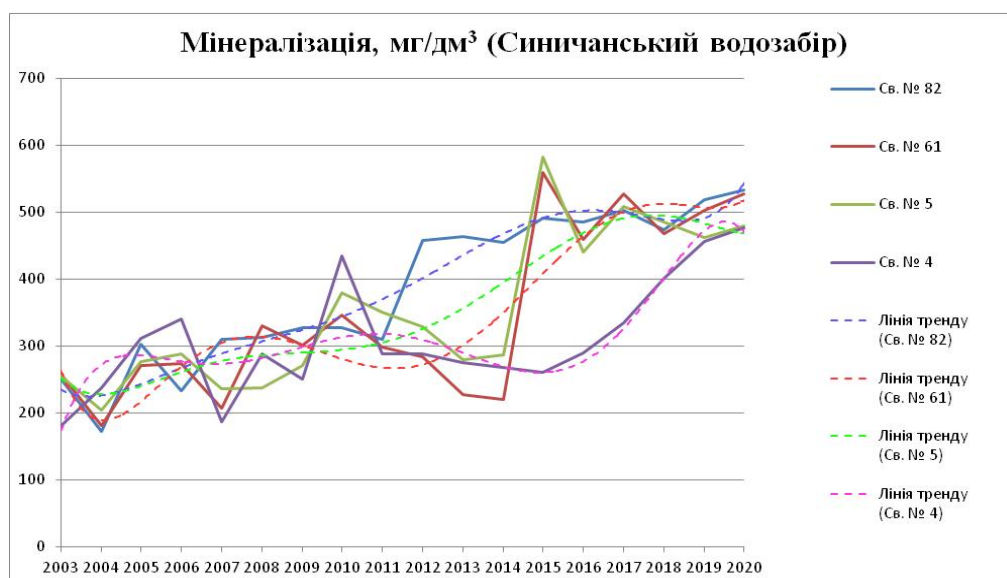


Рис. 3. Динаміка зміни мінералізації на Синичанському водозабір

Fig. 3. Dynamics of mineralization change at Synychan water intake



Рис. 4 Динаміка змін вмісту нітратів на Синичанському водозабір

Fig. 4. Dynamics of changes in nitrate content at Synychan water intake

Аналізуючи даний графік, можна сказати про менш інтенсивне зростання показників порівняно з мінералізацією чи жорсткістю, хоча тенденція зберігається. Яскраво виділяється стрибок до  $12,47 \text{ мг/дм}^3$  у 2011 році у свердловині № 82 та зниження концентрації у 2008 році до  $1,71 \text{ мг/дм}^3$ . Цікавим є той факт, що «передовими» за темпами росту виступають вже свердловини № 4 та № 5, показники з яких дуже схожі, і можна казати про значний ступінь зв'язку між ними через міграційні процеси нітратів. Загалом показники в 2003 році склали:  $6,56 \text{ мг/дм}^3$  (№ 82)  $6,66 \text{ мг/дм}^3$  (№ 61)  $6,1 \text{ мг/дм}^3$  (№ 5) та  $5,75 \text{ мг/дм}^3$  (№ 4). У 2020 році маємо вже наступні показники:  $9,2 \text{ мг/дм}^3$  (№ 82)  $8 \text{ мг/дм}^3$  (№ 61)  $10,6 \text{ мг/дм}^3$  (№ 5)  $8,8 \text{ мг/дм}^3$  (№ 4). У відсотковому відношенні зростання показників з 2003 по 2020 рік сягає: 40,2 % (№ 82), 20,1% (№ 61), 73,8% (№ 5), 53% (№ 4) Середні значення концентрації нітратів свердловинами за 18 років спостережень

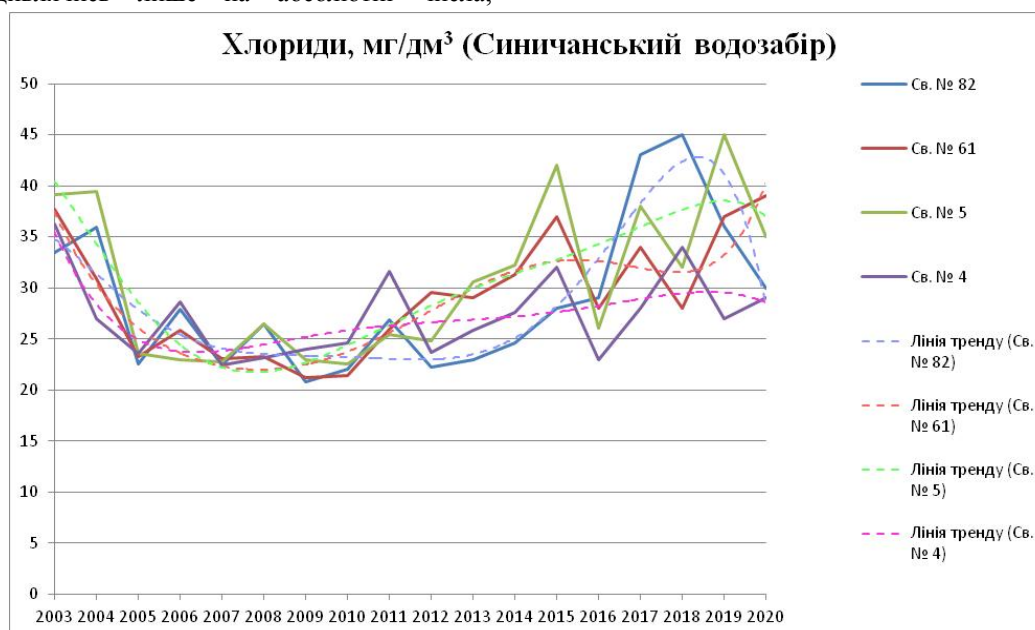
складають:  $6,6 \text{ мг/дм}^3$  (№ 82)  $6,3 \text{ мг/дм}^3$  (№ 61)  $6,05 \text{ мг/дм}^3$  (№ 5)  $6,4 \text{ мг/дм}^3$  (№ 4).

Наступним критерієм оцінки виступає рівень вмісту хлоридів (Рис. 5).

Даний графік вмісту хлоридів представляє дещо іншу та більш неоднозначну картину ніж попередні. По-перше, розподіл даних має хвилястий характер і візуально можна говорити про системне зменшення показників до 2005 року, а потім різке підвищення з 2015 року. По-друге, на експлуатаційній свердловині № 4 за лінією тренду майже на простежується ріст показників на відміну від трьох інших свердловин. Такий феномен є цікавим для подальшого дослідження, адже до цього всі показники концентрацій підлягали більш-менш очевидній закономірності, а в даній ситуації фіксуються значно менші концентрації хлоридів та ще й неоднозначної векторності. Найвищі та найнижчі концентрації хлоридів спостерігаються у пробах води зі

свердловини № 82 – 45 та 20,8 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. Порівнюючи 2003 та 2020 роки, маємо наступні зміни концентрації хлоридів у відсотковому відношенні: - 10,5 % (№ 82), 3,4 % (№ 61), - 10,7 % (№ 5), 19,9 % (№ 4). Якщо абстрагуватись від усіх інших років, отримані числа не є критичними, а подекуди й свідчать про тенденцію до покращення. Середні показники вмісту хлоридів за період, що спостерігався, склали: 28,85 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82), 29,17 мг/дм<sup>3</sup> (№ 61), 30,6 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5), 27,29 мг/дм<sup>3</sup> (№ 4). Загалом, дивлячись лише на абсолютні числа,

ситуація щодо хлоридів доволі непогана, особливо з урахуванням ГДК для хлоридів у водопровідних системах у розмірі  $\leq 250$  мг/дм<sup>3</sup> [13]. Відносно графіку можна сказати, що невелике зростання присутнє, але воно може чергуватись спадами і знову підйомами, та й не в усіх свердловинах. Феномен свердловини № 4 ще необхідно дослідити. Дані відносно інших свердловин можуть свідчити про значний ступінь ізольованості від зовнішніх факторів та/або відсутність вторинних ремобілізованих сполук.



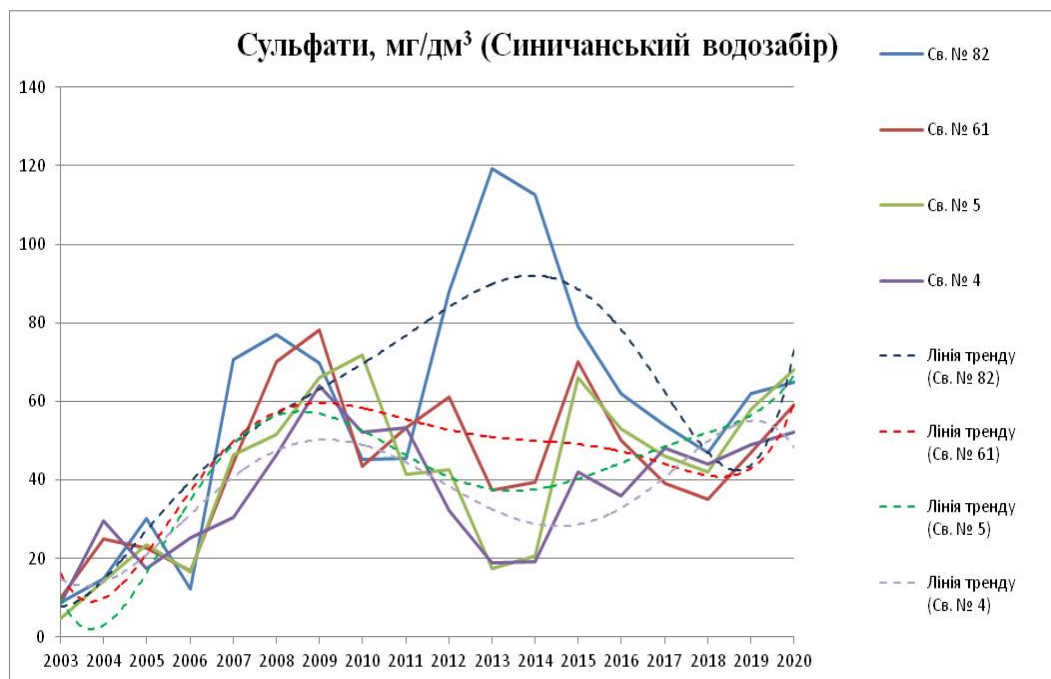
**Рис. 5.** Динаміка змін вмісту хлоридів на Синичанському водозабірї  
**Fig. 5.** Dynamics of changes in chloride content at Synychan water intake

Останніми пропонується розглянути показники вмісту сульфатів у пробах води з експлуатаційних свердловин (Рис. 6). Аналізуючи графік вмісту сульфатів на Синичанській ділянці, можна побачити схожу ситуацію з їх розподілу, як і у пробах на нітратах, мінералізацію та жорсткість. Першою за темпами зростання показників знову виступає свердловина № 82, а найменші показники фіксуються у пробах зі свердловини № 4. Серед екстремумів максимальні показники були в 2013 році – 119,2 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82), а мінімальні у 2003 році – 4,6 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5). У відсотковому відношенні концентрації змінились наступним чином (всюди зросли): 637,8% (№ 82), 492,4% (№ 61), 1378,3% (№ 5), 504,7% (№ 4). Отримані відсотки свідчать про доволі однозначну тенденцію, яка в перспективі може нести негативні наслідки для якісних характеристик води, що поставляється жителям міста. Середні значення за період, що досліджується, склали: 59,07 мг/дм<sup>3</sup> (№ 82), 45,55 мг/дм<sup>3</sup> (№ 61), 40,84 мг/дм<sup>3</sup> (№ 5), 31,1 мг/дм<sup>3</sup> (№ 4). Також видно значну схожість показників зі свердловини № 61 та свердловини № 5. Проте, чим можна пояснити наявні

тенденції до підвищення концентрацій? У зв'язку з тим, що всі чотири свердловини експлуатують мергельно-крейдяний водоносний горизонт, знаходяться у безпосередній близькості до Сіверського Донця, можна припустити, що причина повинна бути одна. Нею може бути розвантаження високомінералізованих хлоридно-сульфатних вод з нижніх або суміжних структурних гідрогеологічних поверхів чи горизонтів (є маловірогідним, адже рівні мінералізації тоді були б значно вищими, а показники хлоридів і сульфатів краще корелювалися). Також можливе системне забруднення поверхні водозаборів (мало вірогідно, у зв'язку з наявністю зон санітарної охорони навколо кожної свердловини). Не можна виключати і виснаженість запасів підземних вод у даному ареалі (описані свердловини знаходяться в експлуатації з середини 80-х років ХХ століття). Можливість доступу поверхневих вод Сіверського Донця та Осколу різного хімічного складу до водоносних горизонтів через зони живлення і розвантаження є більш вірогідним через сезонні затоплення заплави та розвантаження ґрунтових вод у стариці. Але якщо причиною є одна з

вищезазначених, тоді це не пояснює значно меншого рівня мінералізації у пробах води свердловини № 4. Не є до кінця зрозумілою відносна рівність показників

вмісту хлоридів у свердловині № 4. Високі показники вмісту сульфатів у пробах зі свердловини № 82 також не можна віднести до одного фактору.



**Рис. 6.** Динаміка змін вмісту сульфатів на Синичанському водозаборі  
**Fig. 6.** Dynamics of changes in sulfate content at Synychan water intake)

## Висновки

Фактори впливу на якість води на Синичанській водозабірній ділянці не зводяться до одного і потребують подальшої інтерпретації та більш детального дослідження. Сама ділянка має більш-менш однорідну геоморфологічну будову, чого не можна сказати про гідрогеологічну складову, яка представлена різними за потужністю та водозбагаченістю водоносними горизонтами. Чітко можна виділити лише залежність зміни показників від географічного положення свердловин відносно русла Сіверського Донця та Осколу. Чим далі знаходиться експлуатаційна свердловина від річки, тим меншим є темп зростання досліджуваних показників.

Безпосередньо за досліджуваними показниками можна виділити наступне:

1. Показники рівня жорсткості та мінералізації мають тенденцію до підвищення. Кожна свердловина має свої відповідні темпи, проте для періоду, що спостерігався, ситуація є доволі однозначною.

2. За вмістом нітратів у підземних водах Синичанського водозабору теж спостерігається підвищення, але менш інтенсивне та без великої кількості різких перепадів. «Плавність» розподілу даних свідчить про значну міру ізоляваності вод від екзогенного впливу.

3. Вміст хлоридів, за винятком свердловини № 4, з часом зростає, хоча говорити про загрозу

перевищення ГДК за рівнями вмісту хлоридів наразі не можна. Числові дані вмісту хлоридів, у порівнянні з іншими, демонструють відносну чистоту води за цією категорією.

4. За вмістом сульфатів також фіксується негативна динаміка за даними з усіх свердловин. Відносні числа зросли у багато разів, а з такими темпами росту можна говорити про невідповідність нормам ГДК за сульфатами через певний проміжок часу.

З огляду на вищезазначене можна стверджувати, що застосований апарат дослідження для даної території не дає повного розуміння. Проаналізований матеріал свідчить про наявність наукової актуальності в досліджуваній тематиці. У зв'язку з цим автори бачать доцільним подальше вивчення Синичанської водозабірної ділянки із застосуванням математичних методів та відповідним розширенням переліку показників, які аналізуються.

## Література

1. Дмитрієв М.І. Рельєф УСРР. Геоморфологічний нарис. Харків: Учпедгіз, 1936. 168 с.
2. Геоморфология Украинской ССР: Учеб. пособие / И. М. Росльї, Ю. А. Кошик, Э. Т. Палієнко и др.; Под общ. ред. И. М. Рослого. К.: Выща шк., 1990. 287с.
3. Леваковский И. Ф. О славянских соляных озерах / Иван Федорович Леваковский. Харьков : В Университетской типографии. 1870. 10 с. Режим доступа : <http://escriptorium.univer.kharkov.ua/handle/1237075002/1237>.



4. Чомко Д.Ф. Характеристика режиму водовідбору по Україні (2000-2008 pp.) / Д.Ф. Чомко, Л.І. Шевчук. Вісник Харківського національного університету. Харків. 2010. № 909. С.57-60.
  5. Ухань О. О. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець / О. О. Ухань, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, А. П. Манченко. Наук праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. Режим доступу : [https://uhmi.org.ua/pub/np/250/22\\_Uhan.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/250/22_Uhan.pdf)
  6. Коробкова Г.В. Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець (в межах Харківської області) : дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.11. Харків, 2018. 183 с.
  7. Мартынов В.С. Подземные воды средней части бассейна Северского Донца и охрана их от загрязнения и истощения : дис. ... канд. геол.-минер. наук. Київ, 1973. 145 с..
  8. Гуров А.В. Геологические исследования в южной части Харьковской губернии / А.В. Гуров. 1869.
  9. Удалов І. В. Трансформація якісного складу питних підземних вод центральної частини ДДАБ / І. В. Удалов, С. М. Левонюк. Геохімія техногенезу. 2019. № 2 (30). С. 46-55.
  10. Терещенко В. О. Підземні води з найбільш глибоких розкритих горизонтів Дніпровсько-Донецької западини / В. О. Терещенко. Вісник Харківського національного університету. Харків. 2014. № 1098. С. 55-60.
  11. Яковлев В. В. Джерельні води Харківської області як джерело питного водопостачання / В. В. Яковлев. Вісник Харківського національного університету. Харків. 2014. № 1098. С. 63-72.
  12. Протокол № 3411 засідання Української територіальної комісії по запасам корисних копалин від 21 листопада 1972 г., Київ.
  13. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Режим доступу : <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/DSanPiN-2.2.4-171-10.pdf>
- References**
1. Dmitriev M.I. *Relief USRR. Geomorfologichnij naris.* Kharkiv: Uchpedgiz, 1936. 168 s.
  2. Geomorfologiya Ukrainskoj SSR: Study guide. I. M. Roslyj, Y. A. Koshik, E. T. Palienko i dr.; Edited by I. M. Roslyi. K.: Vyshcha shchk., 1990. 287 p.
  3. Levakovskij I. F. *O slavyanskijh soljanyh ozerah.* Ivan Fedorovich Levakovskij. Kharkov : V Universitetskij tipografii. 1870. 10 s. Access mode : <http://escriptorium.univer.kharkov.ua/handle/1237075002/1237>.
  4. Chomko D. F. (2010) *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Geology-Geography-Ecology».* Kharkiv. 2010. № 909 – pp.57-60 .
  5. Uhan O. O. *Osoblivosti formuvannya himichnogo skladu poverhnevih vod basejnu r. Siverskij Donec.* O.O. Uhan', V. I. Osadchij, N. M. Osadcha, A. P. Manchenko. Nauk. pracj UkrNDGMI. 2002. Vip. 250. Access mode : [https://uhmi.org.ua/pub/np/250/22\\_Uhan.pdf](https://uhmi.org.ua/pub/np/250/22_Uhan.pdf)
  6. Korobkova G.V. *Ecological rationing of surface water quality on the example of the Seversky Donets river basin (within Kharkiv region).* Candidate's thesis. Kharkiv, 2018. 183 s.
  7. Martynov V.S. *Groundwater in the middle part of the Seversky Donets basin and their protection from pollution and depletion.* Candidate's thesis. Kyiv, 1973. 145 s..
  8. Gurov A.V. *Geologicheskie issledovaniya v yuzhnoj chasti Kharkovskoj gubernii.* A.V. Gurov. 1869.
  9. Udalov I. V., S. M. Levonyuk. (2019) *Geochemistry of Technogenesis.* No. 2 (30). P. 46-55.
  10. Tereshchenko V. O. *Pidzemni vodi z najbilsh glibokih rozkrytih gorizontiv Dniprovsko-Donec'koj zapadini.* V. O. Tereshchenko. Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Geology-Geography-Ecology». Kharkiv. 2014. No. 1098. P. 55-60.
  11. Yakovlev V. V. (2014) *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Geology-Geography-Ecology».* Kharkiv.. No. 1098. P 63-72.
  12. Protocol № 3411 zasedaniya Ukrainskoj territorialnoj komisii po zapasam poleznyh iskopajemyh ot 21 noyabrya 1972 g., Kiev.
  13. Derzhavni sanitarni normi ta pravila «Gigienichni vimogi do vodi pitnoi, priznachenoi dlya spozhivannya lyudinoyu» (DSanPiN 2.2.4-171-10). Access mode : <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/DSanPiN-2.2.4-171-10.pdf>

## QUANTITATIVE DYNAMISM OF CHEMICAL COMPOSITION INDICATORS AS A MARKER OF QUALITATIVE GROUNDWATER DIFFERENTIATION (ON THE EXAMPLE OF SYNCHAN WATER INTAKE)

I. Udalov, D. Piatash

**Udalov I. V.**, Doctor of Sciences (Geology), professor, head of the department of hydrogeology, V. N. Karazin Kharkiv National University, ORCID:0000-0003-3844-6481, igorudalov8@gmail.com

**Piatash D. R.**, PhD student of the department of hydrogeology, V. N. Karazin Kharkiv National University, dmytropyatash123@gmail.com

*The article presents the physical and geographical characteristics of the Synchan water intake section of the Izyum water intake, which is located 8 km southeast of the city of Izyum, Kharkiv region. Hydrogeological features of aquifers operated by 4 wells are considered. Geomorphological features of the studied territory are analyzed. Aspects of the geological structure of the site are also reflected. The analysis of indicators of chemical composition of underground waters of the Synchan water intake site since 2003 is presented. Among the most relevant to the task of chemical compounds, the values of nitrates, chlorides and sulfates content, as well as data on total hardness and mineralization were selected. An increase in performance is observed in all wells. The intensity of the increase is different for each production well and the corresponding chemical compound. This indicates at least the heterogeneity of influencing factors and processes occurring in the aquifers of this water intake area. Among such factors and processes, taking into account the shallow depths of wells, we can consider the technogenesis. Since Synchan water intake is used to supply a significant number of residential areas of Izyum, a detailed analysis of the dynamics of the presented data is appropriate. The study of the dynamics of the distribution of chemical indicators of groundwater composition over different periods using mathematical and graphical methods will not only allow to inductively study the dynamics in previous years, but also quantitatively predict future trends in water composition of interstratal aquifers in the region. Considering the growing and growing shortage of quality water resources in Ukraine, the analysis of data from water intake areas of Izyum can give a representative picture of the real local situation in the field of water management, hydrogeology and hydrogeochemistry of Izyum district in general and town of Izyum in particular.*

**Key words:** dynamics, aquifer, hardness, mineralization, nitrates, chlorides, sulfates, production wells, water intake area.