

Шифр роботи «Безпека людини»

Студентська наукова робота

на тему: “Оцінка безпеки питної води з аналізом потенційних ризиків для
здоров’я людини”

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 3 |
| РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд літератури за темою дослідження..... | 6 |
| 1.1. Науково-методичні аспекти аналізу безпеки питної води..... | 6 |
| 1.2. Оцінка якості джерел питного водопостачання України..... | 11 |
| РОЗДІЛ 2. Дослідження впливу хімічного складу питної води на здоров'я і життя людини. Обробка експериментальних даних..... | 15 |
| 2.1. Науково-методичні аспекти дослідження..... | 15 |
| 2.2. Об'єкт і методика дослідження..... | 16 |
| 2.3. Результати дослідження..... | 20 |
| РОЗДІЛ 3. Заходи щодо підвищення якості питної води, що подається населенню..... | 25 |
| ВИСНОВКИ..... | 27 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 29 |
| ДОДАТКИ..... | 36 |
| Додаток А..... | 37 |
| Додаток Б..... | 38 |
| Додаток В..... | 39 |
| Додаток Д..... | 45 |
| Додаток Ж..... | 48 |

ВСТУП

Актуальність теми. Збереження та підтримання стану здоров'я населення на рівні, що відповідає критеріям цивілізованого суспільства, залежить, в першу чергу, від якості питної води. Натепер склалася ситуація, що більша частина населення України за допомогою централізованого водопостачання споживає неякісну питну воду, яка може бути високої жорсткості та мінералізації або мати підвищені концентрації заліза, марганцю, азотовмісних сполук. Все це здійснює негативний вплив на здоров'я людини та її життя. Тому питання безпеки питної води, якою забезпечується населення, набуло вагомого значення і потребує достатньої уваги на всіх рівнях суспільства.

За таких умов, єдиним аналітичним інструментом наукового обґрунтування і визначення чинників ризику, які загрожують здоров'ю людини, та їх співвідношення, а також окреслення пріоритетів діяльності мінімізації ризику, є його оцінка. Натепер це є головним механізмом для розробки і прийняття рішень на всіх рівнях управління. При цьому основним завданням буде отримання та узагальнення інформації про можливий вплив на здоров'я людини речовин, що забруднюють питну воду. Такий підхід дозволить повному підійти до гігієнічної оцінки якості води.

Ступінь розробки теми наукової роботи в наукових працях. Велика увага, як в Україні, так і за кордоном, зосереджена на питаннях якості питної води. Негативний вплив на здоров'я населення речовин, які забруднюють воду, знайшов своє підтвердження в результатах значної кількості досліджень. Вагомими для вирішення проблем питного водопостачання є дослідження таких вчених як А.К. Запольський, В.Й. Мельник, А.М. Тугай, А.В. Яцик М.А. Сафонов, В.О. Орлов та інші. Інтерес до вивчення проблеми впливу хімічного складу питних вод на здоров'я населення охоплює сьогодні увесь світ, що прослідковується у працях як вітчизняних (Р.Д. Габовича, М.І. Омелянца, В.О. Прокопова та ін.), так і зарубіжних (Ю.А. Рахманінова, Л.І. Ельпінера, І.С.

Кандрора, Ф. Донато, С. Монарка та ін.) учених. Своїми доробками вони запропонували нові науково-методологічні підходи до оцінки впливу водного чинника на здоров'я людини. Однак, існують суперечності в результатах їх досліджень. Відкритим залишається питання щодо науково-методологічного підходу до оцінки рівня безпеки питної води, що подається споживачу, що і визначило спрямованість нашого дослідження.

Актуальність проблематики та недостатній рівень її наукового опрацювання зумовили вибір теми дослідження, визначили його мету, завдання та структуру.

Мета нашого дослідження полягає в оцінюванні безпеки питної води, що подається населенню, з аналізом потенційних ризиків для здоров'я людини як основи для подальшого розроблення нових та удосконалення існуючих заходів для покращання водозабезпечення населення.

Для досягнення вказаної мети першочергове значення має чітке визначення й реалізація наступних **завдань**:

1. Розглянути науково-методичні аспекти досліджень впливу хімічного складу питної води на стан здоров'я людини.
2. Проаналізувати сучасний стан джерел питного водопостачання та ступінь їх забруднення хімічними речовинами.
3. Оцінити якість питної води, що споживається населенням, на прикладі водоочисної станції м. Вінниці.
4. Визначити величини потенційних ризиків негативного впливу питної води на здоров'я людини та спрогнозувати очікувані наслідки.
5. Запропонувати заходи підвищення якості питної води, що подається населенню централізованою водопровідною станцією.

Відповідно до визначеної мети та завдань **об'єктом дослідження** було обрано об'єкт навколишнього середовища – питна вода, що подається населенню системою централізованого водопостачання, на прикладі м. Вінниці.

Предметом дослідження визначено особливості впливу хімічного складу питної води на здоров'я людини.

Методика досліджень. Для проведення дослідження нами були використані сучасні науково обгрунтовані методи як на теоретичному, так і емпіричному рівнях, що є найсуттєвішою умовою для отримання нових знань. Основними методами дослідження були: емпірико-теоретичний, бібліометричний аналіз наукової інформації, контент-моніторинг, статистичний, розрахунково-аналітичний.

Інформаційну базу досліджень склали державні, міжнародні законодавчо-нормативні та програмні документи і стандарти, наукові статті, монографії, Інтернет-ресурси, матеріали особистих досліджень авторів.

Наукова новизна одержаних нами результатів полягає в наступному:

- використання у якості критерію впливу хімічного складу питної води на здоров'я населення дозволило по-новому підійти до гігієнічної оцінки її якості;
- виявлено особливості впливу хімічного складу питної води на здоров'я людини;
- дістав подальшого розвитку підхід до оцінки показників безпеки питної води, що дозволяє здійснювати прогнозування негативних наслідків для здоров'я людини при вживанні питної води. За основу такої оцінки використано величину сумарного неканцерогенного ризику погіршення здоров'я людини під час вживання питної води, що містить потенційно небезпечні речовини загальнотоксичної дії;
- науково обгрунтовано доцільність застосування ефективних заходів безпеки системи питного водопостачання, що позитивно вплине на якість питної води, яка подається населенню, та продовжить життя людини.

Загальна характеристика роботи. Структура роботи обумовлена логікою дослідження. Вона складається із вступу, 3 розділів, 5 підрозділів, висновку та списку використаної літератури. Робота викладена на 28 сторінках друкованого тексту, містить 11 рисунків, 10 таблиць, список використаної літератури з 64 найменувань, 5 додатків. Загальний об'єм роботи 48 сторінок.

Ключові слова: питна вода, якість води, хімічні речовини, здоров'я людини, безпека питного водопостачання, ризик.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Науково-методичні аспекти аналізу безпеки питної води

Як відомо, для повноцінного існування людини необхідне правильне харчування, активний спосіб життя, належні умови проживання тощо. Тобто, все те, що визначатиме якість нашого життя. При цьому головним чинником для здоров'я людини є якість води, яку вона споживає. В організмі людини вона відіграє надзвичайно велику роль, без неї неможливі процеси життєдіяльності та саме життя людини. Це необхідний елемент нашого організму як з фізіологічної, так і з гігієнічної точок зору. Але існує інша сторона. Питна вода може відігравати провідну роль у розповсюдженні багатьох інфекцій. Це пов'язано з погіршенням стану джерел питного водопостачання за рахунок мікробного, хімічного та радіонуклідного забруднення.

За твердженням експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) близько 70-80 % усіх захворювань, які має людина, пов'язані зі споживанням неякісної води. До речі, протягом останнього 10-ліття в нашій країні офіційно зареєстровано 61 спалах гострих кишкових інфекцій, пов'язаних із водним чинником передачі збудника [14]. Тому безпечності питної води належить важливе місце.

Недругорядним на сьогодні є споживання води в достатній кількості і відповідної якості. Питна вода повинна бути безпечна в епідеміологічному і радіаційному відношеннях, нешкідлива за хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості [9, 10, 12, 39, 40, 48]. При цьому вміст домішок у воді, а також мікробіологічні показники не повинні перевищувати чинні санітарні норми [9, 10]. Це є дуже важливим. Адже постійне споживання недоброякісної води вкорочує життя людини, як відомо, на 5-10 років. Учені переконують, що людина повинна жити 120-130 років. Це саме той відрізок часу, який закладений в генетичну програму клітини кожного з нас. Українці в

середньому живуть 71,9 р. (67,02 р. чоловіки, 76,78 р. жінки) [8]. А так зване “здорове життя” складає ще менше – лише 55 років. Основні причини такої малої тривалості життя, попри екологію, негативні звички, стреси, є недостатня якість питної води.

Відомо, що при вживанні питної води людина отримує від 8 до 25 % добової потреби хімічних речовин [1-3, 28, 34, 46, 48]. Шляхи надходження та біозасвоюваність хімічних елементів організмом людини представлено в табл. А.1 (додаток А).

Аналіз досліджень вчених свідчить, що між хімічним складом води та рівнем захворюваності населення існує тісний зв'язок [2, 3, 28, 34, 48]. Це свідчить про те, що питна вода може бути “збагачена” різними хімічними елементами та домішками, які можуть нести загрозу для здоров'я людини та бути причиною порушень життєдіяльності організму в цілому.

Найбільшим ризиком, пов'язаним зі станом здоров'я населення, при споживанні питної води, є, як свідчать дослідження [32], підвищений вміст заліза, йоду, нітратів, фтору та магнію. Саме ці показники визначають відповідність хімічного складу питної води біологічним потребам організму людини і також є показниками фізіологічної повноцінності питної води.

Проведений літературний аналіз впливу хімічних речовин, що містяться у питній воді, на стан здоров'я людини представимо в табличній формі (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Аналіз впливу хімічних речовин питної води на стан здоров'я людини

| Діючий чинник | Вплив на стан здоров'я людини | Джерело |
|-----------------------------|---|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Надлишок хімічних елементів | | |
| Алюміній | Захворювання нервової системи (хвороба Альцгеймера) | [2, 21, 28, 34, 44, 54, 56]. |

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------|--|--------------------------|
| Арсен | Розлад центральної нервової системи, онкологічні захворювання | [2, 18, 23] |
| Берилій | Ураження дихальної, нервової та серцево-судинної систем | [2, 48, 60] |
| Бор | Борний ентерит | [2, 23] |
| Залізо | Печінкові розлади, алергічні реакції | [1, 2, 21, 28, 63] |
| Кадмій | Хвороба “ітай-ітай”, гіпертонія, дисфункцію статевої системи, послаблення імунітету, онкологічні захворювання легень | [1, 2, 34] |
| Кальцій | Захворювання серцево-судинної та сечостатевої систем | [2, 25, 34, 43, 48, 63]. |
| Марганець | Мутагенний вплив на організм людини | [21, 46] |
| Молібден | Молібденовий артрит або ендемічна подагра | [2, 57] |
| Ртуть | Захворювання Міномата | [2, 34] |
| Свинець | Порушення обміну речовин, важке ураження центральної нервової системи, захворювання мозку | [1, 2, 60, 62]. |
| Селен | Ураження кісткового мозку, печінки, нирок та центральної нервової системи | [2, 4, 48] |
| Стронцій | Порушення функцій опорно-рухового апарату, “уровська хвороба” | [2, 23, 28, 39, 63] |
| Хлориди | Захворювання печінки, серця, нирок | [2, 23, 34] |
| Хлористий калій | Серцево-судинні захворювання | [23, 34] |

Продовження табл. 1.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|------------------------|
| Фтор | Флюороз | [2, 23, 34] |
| Арсен, бор, берилій, кобальт, ртуть, нікель, хром | Шкірні захворювання (екземи, дерматити) | [2, 23, 34] |
| Нітрати, нітрити, галогени | Зниження імунітету, порушення обміну речовин, серцево-судинні хвороби | [2, 34] |
| Токсичний вплив хімічних елементів | | |
| Арсен, фтор, бор, мідь, ціаніди | Анемія | [2, 3] |
| Арсен, берилій, бор, цинк, ртуть | Захворювання шлунково-кишкового тракту (функціональні розлади, біль) | [34, 43] |
| Фтор | Бронхіальна астма | [2, 23, 34] |
| Фтор, мідь, бор, свинець, ртуть | Захворювання серця (брадикардія, тахікардія) | [андрусина проданчук] |
| Кальцій, сицілій, стронцій, залізо, хлор | Сечокам'яна хвороба | [23, 25] |
| Кальцій, стронцій, кремній, молібден, залізо | Сечокам'яна хвороба | [2, 3, 20, 23, 25, 49] |
| Хлор, магній, важкі метали | Цироз печінки | [2, 20, 38] |
| Дефіцит хімічних елементів | | |
| Йод | Захворювання щитовидної залози | [24, 28, 34, 39, 63] |
| Калій, кальцій, магній, цинк, хром, йод, марганець | Захворювання ендокринної системи (ендемичний зоб, гіпотиреоз, цукровий діабет) | [2, 34] |
| Літій | Психічні захворювання | [2, 24, 28, 39, 63] |
| Магній | Коронарна хвороба, гостра серцева недостатність, сечокам'яна хвороба | [2, 34, 38] |

Продовження табл. 1.1

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|-----------------|
| Магній, селен, кальцій, цинк | Захворювання нервової системи (полінейропатії) | [2, 34] |
| Магній, кальцій, калій, залізо, мідь, цинк | Захворювання серця (артеріальна гіпертензія), ішемічна хвороба) | [2, 34, 46, 59] |
| Мідь, цинк, залізо, селен, калій, кальцій | Шкірні захворювання (дерматити) | [2, 34] |
| Натрій, сульфати, хлориди, кальцій, цинк | Онкологічні захворювання | [2, 20, 24, 34] |
| Фтор | Карієс зубів | [2, 34] |

Як бачимо з аналізу табл. 1.1, питна вода є не тільки одним із важливих ресурсів мінералів, необхідних для нормального функціонування людського організму, а й потенційним джерелом надходження різних токсинів. Чисельні дослідження вказують на те, що населення страждає як від надлишку хімічних елементів в організмі, так і від їх дефіциту. Доведено, що вода, яка має в надлишку хімічні елементи, характеризується ембріотоксичною дією, що проявляється зниженням маси тіла. Тривале вживання такої води уповільнює її виведення з організму. А споживання води, яка має у дефіциті хімічні елементи, може призвести до порушення різних фізіологічних функцій організму людини: серцево-судинної, ендокринної, репродуктивної та нервової систем, водно-сольової рівноваги тощо [17, 39, 40]. Тому виявлення та усунення несприятливого впливу хімічного складу питної води на організм людини є важливим чинником збереження її здоров'я.

Незважаючи на значну кількість робіт по вивченню впливу хімічного складу питної води на здоров'я людини, не всі дослідники прийшли до однозначних висновків щодо мінімального та оптимального вмісту солей у питній воді. Це можна пояснити, по-перше, різноманітністю хімічного складу питних вод, в яких зустрічаються різні кількісні співвідношення макро- та мікроелементів, а, по-друге, тим, що організм людини одержує їх не тільки з водою, а й з харчовими продуктами. Підтвердженням цьому є дослідження,

якими встановлено, що вплив токсичних елементів нівелюється наявністю кальцію та мангню як у воді, так і в продуктах харчування [34, 46, 59] за рахунок прямої реакції зв'язування токсинів в нерозчинні комплекси або за рахунок конкуренції між хімічними елементами під час всмоктування у шлунково-кишковий тракт [28, 60]. Однак, результати аналізу представлених даних не залишають сумніву щодо наявності зв'язку між хімічним складом питної води і станом здоров'я населення, і в першу чергу, станом здоров'я дітей та підлітків [36]. Все це іще раз підтверджує, що лише якісна вода, яка відповідає санітарно-гігієнічним і епідеміологічним вимогам, є однією з основних умов збереження здоров'я людини та продовження її життя.

Аналітичний огляд літератури показав, що значна кількість досліджень свідчить про негативний вплив забруднюючих воду речовин на організм людини [15, 27, 34, 44, 48]. Тому при розробці комплексу заходів, спрямованих на попередження несприятливих змін у стані здоров'я людини, пов'язаних з водним чинником, важливе місце займатиме також гігієнічно обгрунтоване водопостачання [9, 10, 39, 40, 48].

1.2. Оцінка якості джерел питного водопостачання України

На сьогодні основним науковим напрямком при вирішенні водогосподарських проблем є пошук рівноваги між захистом природних водних екосистем, використанням їх ресурсів у різних галузях господарювання та здоров'ям населення. При цьому безпека питного водопостачання є однією з основних складових поставлених задач, для вирішення яких необхідно використання сучасних підходів до оцінки якості джерел питного водопостачання [11, 52].

Україна, відповідно до стандартів ООН, за сумарними запасами власних природних водних ресурсів належить до малозабезпечених держав. Водні ресурси країни розподілені нерівномірно В Україні виявляються регіони, де підземні води практично відсутні, у деяких використовують змішане

водопостачання з використанням невеликої частки артезіанської води (10-15 %) [14].

Як стверджують наукові дослідження [2, 14, 19, 32, 34, 53, 58], якість практично всіх поверхневих, ґрунтових й частково підземних вод не відповідає чинним санітарним нормам, внаслідок забруднення їх промисловими, побутовими, сільськогосподарськими стоками та потрапляння значної кількості токсичних і канцерогенних хімічних речовин. У результаті якість води більшості природних джерел за станом забруднення класифікуються як забруднена і брудна [42], що створює серйозну проблему отримання якісної питної води для населення.

Діючі водопровідні очисні споруди сьогодні не можуть забезпечити відповідні нормативні показники якості та необхідний санітарний захист населення. Причина полягає в тому, що вони розраховані на відносно чисті джерела водопостачання та менш жорсткі вимоги до якості очищеної води [6, 37]. Особливо обтяжливим, як зазначають фахівці, є забезпечення необхідної якості питної води у споживачів, яким очищена вода подається на значну відстань. У результаті відбувається її повторне забруднення [37].

Питне водопостачання в Україні на 70-80% базується на використанні поверхневих вод, які характеризуються помірним або високим рівнем забруднення. Основні забрудники – це органічні сполуки, феноли, завислі речовини, СПАР, нафтопродукти, сполуки азоту, фосфору, важкі метали (алюміній, залізо, манган, свинець, хром, арсен), мікроорганізми [14, 21, 48, 53]. Нестандартна якість питної води в Україні, як зазначають науковці [14], пов'язана як із санітарно-хімічними, так і з мікробіологічними показниками.

Покращити ситуацію з питним водопостачанням можна шляхом використання підземних вод, які на відміну від поверхневих, більш захищені від забруднень з поверхні землі, мають вищі показники якості, легше піддаються очищенню до нормативних показників і, зазвичай, характеризуються стабільним хімічним складом.

У нашій країні підземні води освоєні лише на 8 % від прогнозних ресурсів (у розвинених країнах світу – 90 %), та на 13 % від затверджених експлуатаційних запасів [37]. Це говорить про значний резерв для збільшення видобутку підземних вод. Вони є важливим, а подекуди єдиним джерелом водопостачання населення, особливо сільського. Проте слід враховувати і те, що зростання використання захищених підземних вод для господарсько-питних потреб сприяє значному зниженню водно-екологічного ризику, зумовленого використанням забруднених поверхневих вод. Натепер, як не дивно, однією з найважливіших екологічних проблем є погіршення якості підземних вод внаслідок локального забруднення, пов'язаного з техногенним навантаженням на водоносні горизонти та забрудненням ландшафтів і поверхневих вод. Великою загрозою є хімічне забруднення в зв'язку з його високою токсичністю, яке пов'язане зі стічними водами [14, 37].

Щодо якості артезіанської води, то дані моніторингового проекту ВВО WaterNet [31] дають усі підстави констатувати її постійне погіршення. Самими проблемними виявилися такі показники якості води як мінералізація, каламутність, загальне залізо, марганець та загальна жорсткість. Відхилення проб води від санітарних норм склало від 30 % до 80 %. Загальний аналіз показав, що найбільше проб води, що не відповідали санітарним нормам, було виявлено в Дніпропетровській, Полтавській, Кіровоградській, Одеській та Миколаївській областях. Ситуація, що склалася навколо якості питної води у системі децентралізованого водопостачання ще складніша. Вода у всіх областях України відноситься до найзабрудненішої. До 30 % досліджених проб питної води з джерел децентралізованого водопостачання не відповідає санітарним нормам за санітарно-хімічними показниками й до 20 % за бактеріологічними. Таке становище призводить до зростання захворюваності населення [30, 31].

Низька якість вихідної води, насамперед поверхневих водойм, потребує від підприємств питного водопостачання рішень щодо застосування нових або удосконалення технологічних схем і споруд, які б забезпечували належний рівень очищення природної води для подальшого споживання. Адже технічна

база системи централізованого питного водопостачання є застарілою, процес заміни відбувається надто повільно. Відповідно наявні технології, реагенти і матеріали не здатні перешкоджати потраплянню у питну воду речовин, дія яких на організм людини може негативно вплинути на її здоров'я [42, 45]. Тому і продовжує мати місце високий відсоток проб питної води з централізованих систем водопостачання, що не відповідають вимогам Держстандарту: за каламутністю (30-50 %), кольоровістю (40-65 %), окисленістю (до 40 %), марганцем (20-40 %) [30, 31].

Натепер це є актуальною проблемою, на розв'язання якої спрямована Загальнодержавна цільова програма “Питна вода України на 2006-2020 роки” [12] з врахуванням [13], метою якої є забезпечення прав громадян на достатній життєвий рівень та екологічну безпеку шляхом надання населенню якісної питної води в необхідних обсягах, яка відповідатиме санітарно-гігієнічним і епідеміологічним вимогам.

Отже, аналіз наукових доробок вчених та провідних фахівців з питань питного водопостачання дає можливість стверджувати, що питання безпеки питної води стають першочерговими. Головним критерієм якості питної води є її вплив на здоров'я людини – функціональний стан організму, що забезпечує фізичну і розумову працездатність, репродуктивну функцію та тривалість життя.

Проведений літературний огляд підтвердив необхідність більш поглибленого вивчення наслідків впливу хімічного складу питної води на здоров'я і життя людини, що можна досягти при проведенні комплексної (інтегральної) оцінки ризику.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ НА ЗДОРОВ'Я І ЖИТТЯ ЛЮДИНИ. ОБРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

2.1. Науково-методичні аспекти дослідження

Для покращання стану питного водопостачання, отримання більш якісної й безпечної питної води натепер, як зазначають фахівці [7, 26, 33, 47], актуалізується питання пріоритетності реконструкції і модернізації водопровідних систем, застосування вискоєфективних методів видалення забруднювальних речовин із питної води в системах централізованого водопостачання. А для цього необхідно здійснити перехід від існуючої системи оцінки якості питної води за принципом “відповідає – не відповідає” до можливості встановлення кількісних та/або якісних характеристик шкідливих ефектів для здоров'я населення, обумовлених впливом екологічного стану джерел питного водопостачання та ефективністю роботи водопровідних станцій [22, 36]. Тому з метою створення безпечних умов життєдіяльності людини доцільним буде виконання інтегральної оцінки ризику для здоров'я населення від впливу забруднюючих речовин, що містяться в питній воді. Це єдиний аналітичний інструмент, як зазначають вчені, що дозволяє науково обґрунтувати і визначити чинники ризику, які становлять загрозу для здоров'я людини, та їх співвідношення, а також окреслити пріоритети у діяльності щодо мінімізації ризику. При цьому основним завданням буде отримання та узагальнення інформації про можливий вплив на здоров'я людини речовин, що забруднюють питну воду, для прийняття відповідних управлінських рішень щодо усунення або зниження загроз здоров'ю людини та оцінювання ефективності технологій, що використовуються [36].

В даний час концепція оцінки ризику розглядається в якості головного механізму розробки і прийняття управлінських рішень на всіх рівнях [35, 61].

2.2. Об'єкт і методика дослідження

Об'єктом дослідження є питна вода, яка подається населенню централізованою системою водопостачання. Для прикладу, була проведена оцінка ефективності роботи КП “Вінницяоблводоканал” протягом останніх трьох років (2016-2018 р.р.). Вибір прикладу базувався на аналізі оцінки нестандартних проб водоповідної води [31, 41, додаток Б] та можливості обробки відкритих статистичних даних, представлених на офіційному сайті КП “Вінницяоблводоканал” [29].

Джерело централізованого водопостачання Вінниці – річка Південний Буг, яка є незахищеним поверхневим джерелом, що підвищує імовірність раптового його забруднення. На КП “Вінницяоблводоканал” працює дві водопровідних станції. Основна схема етапів очищення – водозабір, змішувач, відстійники, фільтри, резервуари чистої води. Контроль якості питної води більш ніж за 80 показниками здійснюється хіміко-бактеріологічною лабораторією.

Результати фізико-хімічного аналізу питної води, яка подавалася населенню КП “Вінницяоблводоканал” за 2016-2018 р.р., представлені в додатку В (табл. В.1 – табл. В.3). Річна зміна показників якості води представлена в додатку Д (рис. Д.1 – рис. Д.9).

Аналіз статистичних даних показав, що всіма показниками якість води відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [9].

Проведення всебічного аналізу окремої проби питної води сьогодні є достатньо налагодженим дійством у водному комунальному господарстві міста. Все залежить від наявності або відсутності фінансів і оснащеності аналітичної бази конкретного водопостачального підприємства. Решта – повсякденна рутинна праця. Завдання істотно ускладнюється, коли мова заходить про визначення комплексної (інтегральної) оцінки якості води в цілому по системі водопостачання у просторово-часовому розрізі. Труднощі виникають під час групування різноманітних параметрів якості води з неоднаковими метриками в

інтегральний показник, що потребує складання потрібних інформаційно-математичних структур.

Як відомо, основу дослідження складає вибрана дослідником методологія, головною метою якої є вивчення засобів, методів і прийомів дослідження, за допомогою яких набувається нове знання в науці. У зв'язку з обмеженням тривіальних підходів до оцінки небезпеки для здоров'я людини з боку навколишнього середовища та неможливості встановлення прямих причинно-наслідкових зв'язків виникла необхідність використання сучасних методів оцінки шкоди здоров'ю – методів аналізу ризику. Це дозволить оцінити реальну загрозу для здоров'я людини та обґрунтувати необхідність розробки відповідних превентивних заходів.

Методика 1. Оцінка ризику для здоров'я населення при впливі хімічних речовин, що забруднюють питну воду, здійснюється за допомогою моделі оцінки неканцерогенного ризику безпороговим методом, яка використовує величини безпечних доз, які є індивідуальною характеристикою кожної речовини [22]:

$$Risk = 1 - \exp\left(\frac{\ln(0.84)}{\Gamma ДК \cdot K_3}\right) \cdot C, \quad (2.1)$$

де *Risk* – імовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації (від 0 до 1) [36];

C – середня щоденна концентрація речовини, що надходить в організм людини з питною водою протягом життя [22]. Для оцінки ефектів, пов'язаних із тривалим впливом речовин, використовували середнє значення концентрацій за 3 роки;

$\Gamma ДК$ – гранично допустима концентрація речовин;

K_3 – коефіцієнт запасу, який приймається залежно від вираженої ймовірності віддалених наслідків [22]. Приймаємо з врахуванням додатку Ж.

При аналізі отриманих величин оцінки хронічного неканцерогенного ризику прийнятний рівень беруть менше 0,05. Дане значення є показником достовірного ефекту токсичної дії [22].

Для аналізу одержаних величин неканцерогенного ризику використовується рангова шкала за рівнями ризику, представленими в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика величин неканцерогенних ризиків [22]

| Величина ризику | Рівень небезпеки | Опис |
|-----------------|-------------------------|--|
| До 0,05 | Прийнятний | Відсутні несприятливі медико-екологічні тенденції |
| 0,05-0,16 | Викликає занепокоєння | Виникає тенденція до зростання неспецифічної патології |
| 0,16-0,5 | Небезпечний | Виникає достовірна тенденція до зростання неспецифічної патології при появі одиничних випадків специфічної патології |
| 0,5-0,84 | Надзвичайно небезпечний | Виникає достовірне зростання неспецифічної патології при появі значної кількості випадків специфічної патології, а також тенденція до збільшення смертності населення |
| 0,84-1 | Катастрофічний | Забруднення довкілля в даному разі перейшло в інший якісний стан (поява випадків хронічного отруєння, зміна структури захворюваності, достовірна тенденція до зростання смертності та ін.) |

Відповідно до Р 2.1.10.1920-04 [35] сумарний ризик оцінювався тільки в групах однотипного токсичного впливу. Крім того, на рівні малих концентрацій тривалий вплив речовин однонаправленої дії, що входять до складу питної води, характеризується однотипним неспецифічним впливом [22]. З урахуванням цього сумарний неканцерогенний безпороговий ризик, який дасть можливість оцінити роботу системи водопідготовки, визначається за формулою (2.2), так як очікуване значення сумарного ризику перевищує 0,001:

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n),$$

(2.2)

де $Risk_{\text{сум}}$ – ризик від комбінованого впливу речовин;

$Risk_1, Risk_2, \dots, Risk_n$ – ризики від впливу кожної окремої речовини.

До речі, що чим ближче до одиниці величина сумарного ризику, тим імовірність настання негативних наслідків буде вища [22, 36].

Методика 2. Для оцінки можливих наслідків від споживання питної води використовується величина скорочення тривалості життя LLE (Loss of Life Expectancy), запропонована Бернардом Коеном [51]. Дана величина залежить від імовірності прояву небезпечної події (або стану чи впливу) $Risk$ і середньої величини залишку життя людини L :

$$LLE = Risk \cdot L, \quad (2.3)$$

де L – середня величина залишку життя людини, роки.

Методика 3. Оцінку ризику загрози здоров'ю людини внаслідок впливу порогових доз токсикантів неканцерогенного характеру проведено відповідно методиці, рекомендованій Агентством із захисту навколишнього середовища США [55].

Відповідно [16, 22] розраховується середньодобове надходження токсиканту з питною водою m (мг/л), віднесене до 1 кг маси тіла людини:

$$m = C \cdot V \cdot f \cdot Tr / P \cdot T, \quad (2.4)$$

де C і V – концентрації забруднювача в питній воді, мг/л;

V – інтенсивність надходження забруднювача в організм, л/добу, приймається рівною 2 літри води на добу;

f – кількість днів у році, протягом яких відбувається вплив токсиканту;

Tr – кількість років, протягом яких відбувається вплив токсиканту;

P – середня маса тіла дорослої людини, що приймається рівною 70 кг;

T – усереднений час впливу токсиканту, приймається рівним 30 років, що складає 10950 діб.

При цьому індекс небезпеки HQ (Hazard Quotient) визначається за формулою:

$$HQ = m/HD \quad (2.5)$$

де HD – порогова потужність дози, значення якої наведені в [16, табл. 13-14].

Оцінка ризику загрози здоров'ю відповідно HQ здійснюється згідно з критеріями, поданими в [16, табл. 15].

Якщо в питній воді містяться кілька токсикантів, то повний індекс небезпеки HQ_t дорівнює сумі індексів небезпеки окремих токсикантів:

$$HQ_t = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + \dots + HQ_n. \quad (2.6)$$

Якщо $HQ_t < 1$, то небезпеки немає – ризик загрози здоров'ю відсутній або зневажливо малий; якщо $HQ_t = 1$, це гранична величина, яка не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна; якщо $HQ_t > 1$ – ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ_t [16].

2.3. Результати дослідження

Для оцінювання придатності запропонованого підходу проведемо оцінювання потенційного неканцерогенного ризику погіршення здоров'я населення міста Вінниці. Наявність статистичних даних за 2016-2018 р. про якість питної води на виході з Вінницької водопровідної станції (додаток В, табл. В.1 – табл. В.3) дозволили детально оцінити рівень потенційного неканцерогенного ризику погіршення здоров'я населення за величинами $Risk$ та $Risk_{сум}$ (табл. 2.2, рис. 2.1).

Таблиця 2.2

Розрахунок потенційних неканцерогенних ризиків здоров'ю людини під час вживання питної води

| Показник якості води | ГДК, мг/дм ³ | С _{ср} , мг/дм ³ | К _з | Risk _n | Risk _{сум} |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Марганець | 0,05 | 0,027 | 10 | 0,00942 | 0,0614 |
| Амоній | 0,5 | 0,327 | 10 | 0,01140 | |
| Залізо | 0,2 | 0,05 | 10 | 0,00436 | |
| Залишковий хлор зв'язаний | 1,2 | 0,986 | 10 | 0,01433 | |
| Перманганатна окислюваність (ПО) | 5 | 4,67 | 10 | 0,01629 | |
| Поліфосфати | 3,5 | 0,087 | 10 | 0,00043 | |
| Сульфати | 250 | 82,59 | 10 | 0,00576 | |
| Нітрати | 50 | 2,83 | 10 | 0,00099 | |

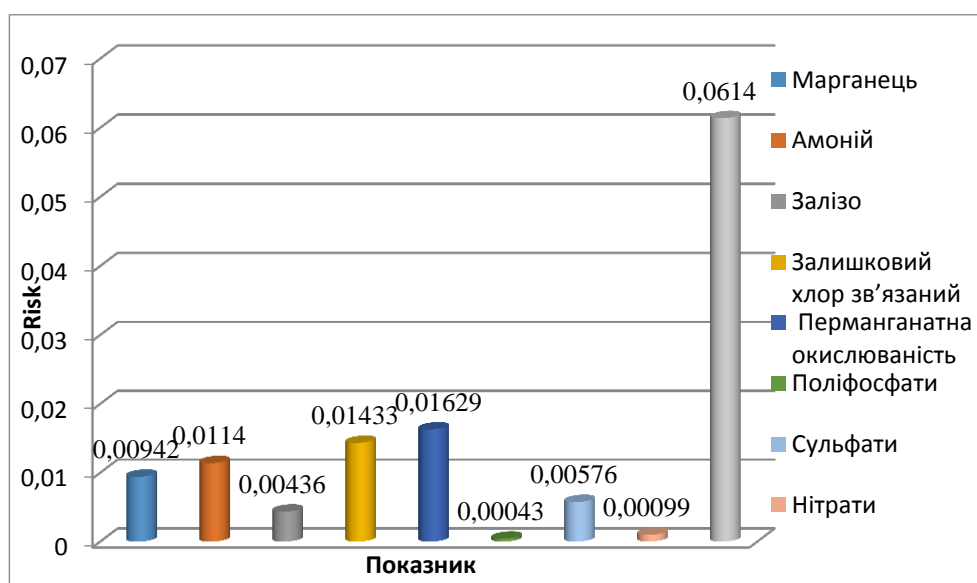


Рис. 2.1. Порівняння величин неканцерогенних ризиків безпороговим методом від впливу окремих хімічних речовин та їх комбінованої дії при вживанні питної води з водопровідної станції

Аналіз даних, представлених в табл. 2.2, показує, що концентрація кожної забруднюючої питну воду хімічної речовини відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [9] (колонка 2 і 3). Отже, питна вода, яка подається населенню м.

Вінниці, є безпечною. Про це свідчать і наступні дані: величина неканцерогенних ризиків не перевищує показника достовірного ефекту токсичної дії (0,05 одиниці). Проте отримане значення ризику від комбінованого впливу потенційно небезпечних речовин питної води показав перевищення рівня допустимого ризику ($0,0614 > 0,05$).

Такий науковий підхід дозволив встановити, що питна вода, яка подається населенню водопровідною станцією, за величиною неканцерогенного ризику для здоров'я людини не є безпечною. Щодо виникнення у населення захворювань з найбільшою ймовірністю, як показали результати дослідження, викликає вміст у воді органічних речовин ($Risk = 0,01629$). По суті, цей показник є комплексним і не дає уявлення про хімічний склад забруднювачів, але при цьому дуже корисний для загального уявлення про насиченість води органічними сполуками. Слід зазначити, що органічні речовини, обумовлені підвищеним значенням перманганатної окислюваності, негативно впливають на організм людини, особливо, на центральну нервову систему, печінку, нирки, імунну систему, репродуктивну функцію. Наявність органічних речовин у питній воді вказує на зниження ефективності роботи водоочисних технологій станції по їх видаленню.

Як відомо, питна вода – це джерело безпеки для здоров'я та життя людини. Якщо збереження показників якості питної води буде незмінним впродовж тривалого часу, то її споживання призведе до порушень у стані здоров'я та появи неспецифічної патології (див. табл. 2.1) у людей, які споживатимуть таку воду. Тому для їх підвищення необхідно використовувати нові “альтернативні” методи та способи підготовки питної води та її подальшого знезараження як найбільш економічно вигідні та екологічно доцільні [23, 36, 37, 45]. При цьому оцінку ефективності роботи систем підготовки питної води проводити з урахуванням сумарного неканцерогенного ризику для всіх забруднюючих речовин, що є потенційними токсикантами.

Наступний крок нашого дослідження з врахуванням сучасних тенденцій [64] – це оцінка можливих наслідків від споживання питної води, яка подається

населенню м. Вінниці за показником LLE. (табл. 2.3). Показники середньої тривалості життя та середнього віку дорослого населення України приймалися відповідно останніх даних Держстатистики України [8].

Таблиця 2.3

Оцінка зменшення очікуваної тривалості життя від споживання питної води населенням

| Показник | Дорослі | | |
|--|---|-------|-------|
| | Чоловіки | Жінки | |
| Середня тривалість життя T , роки | 67,02 | 76,78 | |
| Середній вік населення W , роки | 38,5 | 43,8 | |
| Очікуваний залишок життя L , роки | 28,52 | 32,98 | |
| Термін, на який зменшується середня тривалість життя індивідуума, який піддається ризику LLE, роки | $Risk_{\text{сум}}$ | 1,75 | 2,02 |
| | $Risk_{\text{(ПО)}}$ ($C=4,67$ мг/дм ³) | 0,46 | 0,54 |
| Прогнозний залишок життя з урахуванням ризику Ln , роки ($Ln = L - LLE$) | $Risk_{\text{сум}}$ | 26,77 | 30,96 |
| | $Risk_{\text{(ПО)}}$ ($C=4,67$ мг/дм ³) | 28,06 | 32,44 |

Проведена оцінка стану безпеки системи централізованого питного водопостачання на прикладі населення м. Вінниці, яке вживає питну воду з водопровідної станції, показала, що для населення існує потенційна загроза погіршення стану здоров'я і зменшення середньої тривалості життя.

Результати дослідження встановлено, що показник, який не перевищує встановлені норми, може нести потенційну загрозу для здоров'я людини. Наявність органічних речовин у питній воді навіть такого вмісту (табл. 2.2, табл. 2.3) за оцінкою потенційного ризику та скорочення очікуваної тривалості життя може становити загрозу для всіх статевих груп населення. Отримані результати підтверджуються дослідженнями [36].

Проведені нами розрахунки підтвердили обов'язковість урахування комбінованої дії всіх речовин, які містяться у питній воді. А також і те, що при вмісті в питній воді шкідливих речовин токсичної дії з потенційними ризиками, що не перевищують допустимого рівня, сумарний ризик може досягати значних

величин, а зниження вмісту шкідливих речовин лише до нормативних величин (ГДК) не забезпечує зниження сумарного ризику до допустимого рівня [36].

Оцінку ризику загрози здоров'ю людини внаслідок впливу порогових доз токсикантів неканцерогенного характеру представлено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Оцінка ризику загрози здоров'ю людини внаслідок впливу порогових доз токсикантів неканцерогенного характеру

| Токси- канти неканце- рогеного характе- ру | C , мг/л | V , л/добу | f , дні | Tp , роки | P , кг | T , діб | m , мг/(кг·добу) | HQ |
|---|---------------|-----------------|--------------|----------------|-------------|--------------|---------------------------|--------|
| Кадмій | 0,001 | 2 | 300 | 10 | 70 | 10950 | $7,8 \cdot 10^{-6}$ | 0,016 |
| Ртуть | 0,0005 | 2 | 300 | 10 | 70 | 10950 | $3,9 \cdot 10^{-6}$ | 0,013 |
| Молибден | 0,0025 | 2 | 300 | 10 | 70 | 10950 | $19,5 \cdot 10^{-6}$ | 0,0039 |
| Сумарний індекс безпеки | | | | | | | | 0,0329 |

Отриманий результат розрахунку індивідуального ризику загрози здоров'ю на основі припущення, що у питній воді, яку буде вживати людина, знаходяться токсичні важкі метали показав, що ризик загрози здоров'ю відсутній або зневажливо малий, так як сумарний індекс безпеки менше 1.

Отже, проведена нами оцінка ризику здоров'я людини, пов'язаної із забрудненням питної води хімічними речовинами на основі сучасних методик, дозволила оцінити реальну загрозу для здоров'я населення та надала підстави для розробки відповідних превентивних заходів безпеки.

РОЗДІЛ 3

ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ НАСЕЛЕННЮ

Якість води – це джерело небезпеки, а система водопостачання – це комплекс процесів та технологій, що забезпечують захищеність здоров'я людини. Відповідно першочерговим для питного водопостачання населеного пункту повинна стати сучасна науково обґрунтована її оцінка.

Для збереження фізіологічної повноцінності води та здоров'я населення, як показали дослідження, необхідно звернути увагу на забезпечення відповідної якості питної води з централізованих джерел водопостачання. Єдиним шляхом для вирішення такої актуальної проблеми залишається проведення заходів, які мають враховувати як природні особливості якості води, так і існуючі екологічні проблеми місцевості, а також санітарно-технічний стан об'єктів водопостачання. Це в кінцевому результаті дасть можливість зберегти здоров'я, поліпшити умови діяльності та підвищити рівень життя населення.

Актуальним натеper є запровадження планів з безпеки питної води в рамках стратегії ООН на 2017-2020 роки «Глобальний аналіз та оцінка санітарії та питної води» (GLAAS) [61]. Але вони будуть чогось варті, якщо їх розробка буде базуватися на максимально об'єктивній оцінці стану системи водопостачання. Недооцінка проблемних зон системи водопостачання, як свідчать факти, здатна призвести до катастрофічних наслідків.

Проблема забезпечення населення якісною питною водою є комплексною. Отже, забезпечення її вирішення повинно охоплювати ряд заходів різнонаправленого характеру. На основі аналізу наукових статей провідних вчених та фахівців з питань питного водопостачання до основних заходів можна віднести [14, 37, 45, 36,37, 41].

- адаптація водного законодавства до законодавства ЄС;
- розробка цільових природоохоронних програм;

- проведення заходів зі зменшення наслідків техногенного впливу на джерело водопостачання;

- ведення постійного моніторингу якості води джерела питного водопостачання: чим більше визначуваних параметрів і достовірніше контроль, тим вище гарантія якості питної води;

- покращання стану зон санітарної охорони джерела питного водопостачання;

- створення умов для відновлення водних об'єктів шляхом зменшення їх забруднення за рахунок кращого очищення стічних вод, впровадження замкнених систем водоспоживання;

- здійснення організаційно-технічних заходів щодо інтенсифікації існуючих методів очищення;

- впровадження нових високоефективних технологій підготовки питної води та її знезараження;

- дотримання санітарних вимог до технологічного обладнання системи водопостачання;

- підвищення вимог до якості питної води шляхом доведення вмісту забруднюючих речовин до величин значно нижчих за встановлені норми ГДК;

- забезпечення потрібної якості води у споживачів в системах водопостачання з метою попередження повторного її забруднення;

- розширення використання індивідуальних та колективних установок доочищення води для питних потреб у місцях її безпосереднього споживання.

Запропоновані заходи будуть забезпечувати відновлення та розвиток водопостачальних підприємств, що позитивно вплине на якість питної води, яка подається населенню, і стане запорукою збереження здоров'я людини та продовження її життя.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження ми дійшли до наступних висновків:

1. Дані експериментальних досліджень багатьох вчених надали можливість направлено вивчення стану здоров'я населення з урахуванням визначеного вмісту хімічних речовин у питній воді, а також дозволили повному підійти до гігієнічної оцінки її якості відповідно.

2. Оцінка якості питної води та впливу її на здоров'я людини показує, що за останні роки проблема питного водозабезпечення зайняла одне з провідних місць. Питання безпеки питної води стають першочерговими.

3. Дослідженнями встановлено, що для попередження несприятливих змін у стані здоров'я людини, пов'язаних з водним чинником, важливе місце займатиме гігієнічно обгрунтоване водопостачання.

4. Проведена оцінка якості джерел питного водопостачання може бути використана при виборі заходів і шляхів покращання якості питної води на водопровідних станціях.

5. Проведений літературний огляд підтвердив необхідність більш поглибленого вивчення наслідків впливу хімічного складу питної води на здоров'я і життя людини, що можна досягти при виконанні комплексної (інтегральної) оцінки ризику.

6. Використаний у роботі науковий підхід до оцінки рівня безпеки питного водопостачання на прикладі роботи водопровідної станції КП "Вінницяоблводоканал" дозволив встановити, що питна вода, яка подається населенню, за величиною сумарного неканцерогенного ризику для здоров'я людини не є безпечною.

7. Результати дослідження показали, що показник, який не перевищує встановлені норми, може нести потенційну загрозу для здоров'я людини.

8. Оцінка ризику загрози здоров'ю людини внаслідок впливу порогових доз токсикантів неканцерогенного характеру показала, що ризик загрози здоров'ю відсутній або зневажливо малий (сумарний індекс небезпеки < 1).

9. Проведена оцінка ризику здоров'я людини, пов'язаної із забрудненням питної води хімічними речовинами, дозволила оцінити реальну загрозу для здоров'я населення та надала підстави для розробки відповідних превентивних заходів безпеки, які мають врахувати як природні особливості якості води, так і існуючі екологічні проблеми місцевості, а також санітарно-технічний стан об'єктів водопостачання.

10. Першочерговим для питного водопостачання населеного пункту повинна стати сучасна науково обґрунтована оцінка якості питної води.

11. Реальна оптимізація якості води можлива лише при комплексному виконанні наступних задач:

- забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки води;
- еколого-гігієнічного обґрунтування нових рішень щодо забезпечення безпеки та нешкідливості води;
- моніторингу ефективності заходів, що проводяться.

12. Запропоновані заходи зможуть забезпечити покращання роботи водопостачальних підприємств та підвищити якість питної води, що подається населенню, і тим самим сприяти збереженню здоров'я людини та продовженню її життя.

Отримані результати наукової роботи не вичерпують всіх аспектів досліджуваної проблеми. Тому багато питань все ж таки іще потребуватиме подальшого дослідження та практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авцын А.П. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Андрусишина І.М. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення / І.М. Андрусишина // Вода і водоочисні технології. – 2015. – № 1(16). – С. 22-31.
3. Ахманов М. Вода, которую мы пьем / М. Ахманов. – М.: ЭКСМО, 2006. – С. 192.
4. Білецька Е.М. Фізіолого-гігієнічні особливості забезпеченості селеном міського населення Дніпропетровської області та його вплив на показники цереброваскулярної захворюваності / Е. М. Білецька, Н. І. Онул, Г. С. Стропільська // Довкілля та здоров'я. – 2008, – № 2 (45). – С. 60-62.
5. Ворохта Ю.М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.02.01 “Гігієна” / Ю.М. Ворохта. – К, 2007. – 24 с.
6. Гончарук В.В. Наука о воде / В.В. Гончарук. – К.: Наукова думка, 2010. – 511 с.
7. Давидчук С. П. Забруднення природних поверхневих вод органічними сполуками як чинник формування екологічного ризику / С. П. Давидчук, Т. Ф. Козловська // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. – 2013. – Вип. 2 (79). – С. 139-144.
8. Демографічна ситуація. Статистичні матеріали Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
9. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – [Чинний від 2010-12-05] № 400. – К, 2010. – 49 с. – (Національний стандарт України).

10. ДСТУ 7225:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – [Чинний від 2014-23-10] № 12572. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – С. 25. – (Національний стандарт України).

11. Езловецкая И.С. Оценка качества воды Днепра и Десны в местах крупных питьевых водозаборов / И.С. Езловецкая, И.Н. Лавренчук // Вода і водоочисні технології. – 2014. – № 1(14). – С. 19-27.

12. Загальнодержавна програма “Питна вода України на 2006-2020 роки”, затверджена Законом України від 03.03.2015 р. № 2455-IV.

13. Закон України “Про загальнодержавну програму “Питна вода України» на 2006-2020 роки”. – [Чинний від 2005-03-03] №2455-IV. – 2009 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2455-15>.

14. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах України / О.В. Зоріна // Scientific Journal “ScienceRise:Biological Science”. – 2018. – №3(12). – С. 33-39.

15. Кліментьев І.М. Проблема якісного водопостачання у м. Одеса / І.М. Кліментьев // Довкілля та здоров'я. – 2009. – №1(48). – С. 75-78.

16. Клімкіна І.І. Основи екологічної токсикології. Методичні рекомендації / І.І. Клімкіна, В.Ю. Грунтова. – Д.: НГУ, 2015. – 44 с.

17. Кондратюк В.А. Микроэлементы: значимость для здоровья в питьевой воде малой минерализация / В.А. Кондратюк // Гигиена и санитария, 1989. – №2. – С. 81-82.

18. Літинська М.І. Забруднення природних вод арсеновмісними сполуками: причини та перспективні способи вирішення проблеми / М.І. Літинська, І.М. Астрелін, Н.М. Толстопалова // Вода і водоочисні технології. – 2016. – № 1(18). – С. 13-22.

19. Лопатин С.А. Современные проблемы водоснабжения мегаполисов / С.А. Лопатин, В.И. Нарыков, К.К. Раевский // Гигиена и санитария. – 2005. – №4. – С. 20-25.

20. Лютай Г.Ф. Химический состав питьевой воды и здоровье населения / Г.Ф. Лютай // Гигиена и санитария. – 1992. – №1. – С. 13-15.

21. Макарова Н. Качество водопроводной воды Киева в период паводка-2012 // Вода и водоочистные технологии. – 2012. – №1-2 (61-62). – С.22-25.

22. МР 2.1.4.0032-11 2.1.4. Методические рекомендации “Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности”. М.: ФБУЗ “Федеральный центр гигиены и эпидемиологии” Роспотребнадзора, 2011. – 37 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293795/4293795534.htm#i467754>

23. Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Диоксид хлора. Т. 2. Одесса: ТЭС, 2012. – 605 с.

24. Мудрый И.В. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье населения (обзор) / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 1999. – №1. – С. 15-18.

25. Музалевская Л.С. Связь мочекаменной болезни, остеоартроза и солевой артропатии с жесткостью питьевой воды / Л.С. Музалевская, А.Г. Лобковский, Н.И. Кумрина. // Гигиена и санитария. – 1993. – № 12. – С. 17-20.

26. Насонкина Н. Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения / Н. Г. Насонкина. – Макеевка: ДонНАСА, 2005. – 181 с.

27. Новиков Ю.В. Гигиеническое нормирование минимального уровня магния в питьевой воде/ Ю.В. Новиков, С.И. Плитман, А.И. Левин, Ю.А. Ноаров // Гигиена и санитария. – 1983. –№9. – С.7-11.

28. 13. Оберлис Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб.: Наука, 2008. – С. 544.

29. Офіційний сайт КП “Вінницяоблводоканал”. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vinvk.com.ua/>

30. Офіційний сайт Національного Інституту стратегічних досліджень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1037/>

31. Офіційний сайт WaterNet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://waternet.ua/uk/news/newsletter/448/>

32. Паньків Р.П. Геохімічні особливості ґрунтових вод в межах території Львівського прогину / Р.П. Паньків, М.В. Кость, І.І. Сахнюк, О.М. Майкут, О.Б. Мандзя, І.П. Навроцька, Р.П. Козак. // Вода і водоочисні технології. – 2016. – № 1(18). – С. 23-30.

33. Пляцук Л. Д. Вплив техногенних об'єктів на гідросферу як фактор екологічного ризику / Л. Д. Пляцук, О. А. Бурла // Екологічна безпека. – 2008. – № 2 (2). – С. 40-43.

34. Проданчук М.Г. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення / М.Г. Проданчук, І.В. Мудрий, В.І. Великий, Г.І. Петрашенко, А.А. Калашніков, В.М. Проценко, Н.Г. Гончаренко, О.Р. Ситенко // Современные проблемы токсикологии. – 2006. – № 3. – С. 4-7.

35. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853015.htm>

36. Рой І.О. Підвищення екологічної безпеки питного водопостачання шляхом інтенсифікації процесу окислення органічних речовин: дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01 / І.О. Рой. – Суми, 2017. – 187 с.

37. Романюк О.М. Забезпечення споживачів питною водою в умовах значного зниження водоспоживання / О.М. Романюк // Водопостачання і водовідведення. – 2016. – №4. – С. 43-47.

38. Рубенович Е. Магний в питьевой воде: связь с инфарктом миокарда, заболеваемостью и смертностью / Е. Рубенович, И. Молин, Дж. Аксельссон, Р. Риландер // Эпидемиология. – 2000. – V. 11. – P. 416-421.

39. Руководство по гигиеническим аспектам обессоливания воды. ETS/80.4. Женева, ВОЗ, 1980. – С.120.
40. Руководство по качеству питьевой воды. 2-е издание, 2-й том, Критерии. Безопасности для здоровья и другая сопутствующая информация. Женева: ВОЗ, 1996. – С. 237-240.
41. Светлейшая Е. Динамика изменения качества воды в Украине за 2010-2017 года / Е. Светлейшая // Вода і водоочисні технології. – 2018. – № 1(87). – С. 48-53.
42. Стан питної води в Україні / Український Урядовий портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://labprice.ua/statti/stan-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/>
43. Струсевич Е. А. Минеральный состав воды и здоровье населения / Е. А. Струсевич, И.А. Будеев, В.К. Гужов. – Новосибирск, 1985. – С. 47-51.
44. Тулакина Н.В. Алюминий в питьевой воде и здоровье населения / Н.В. Тулакина, Ю.В. Новиков, С.И. Плитман, В.В. Ярошев // Гигиена и санитария. – 1991. – №11. – С.12-14.
45. Туровська Г.І., Богданенко О.В., Туровська А.О. Безпека питного водопостачання – одна з головних складових загальної екологічної безпеки населення України / Г.І. Туровська., О.В. Богданенко, А.О. Туровська // Екологічна та техногенна безпека населених пунктів. Проблеми утилізації та видалення побутових та промислових відходів (еколого-соціальні, технічні та правові проблеми (4-6 жовтня 2016 р.)). – Харків. – С. 74-76.
46. Фетисова Г.К. Роль минерального состава питьевой воды в формировании неинфекционной патологии населения / Г.К. Фетисова // Гигиена и санитария. – 2004. – №1. – С. 20-22.
47. Шапар А.Г. Можливі технічні рішення для повернення техноекосистеми р. Дніпро до природного стану / А. Г. Шапар, О. О. Скрипник, Д. В. Чілій // Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 83-91.
48. Шестопалов В.М. Безпечність питної води в Європейському і Українському водному законодавстві / В.М. Шестопалов, М.В. Набока, С.А.

Омельчук, Л.П. Почкайлова // Довкілля та здоров'я. – 2008. – №4(47) . – С. 18-25.

49. Шестопапов В.М. Подземные воды и здоровье? / В.М. Шестопапов, Н.Б. Овчинников // Екологія довкілля на безпека життєдіяльності. – 2003. – №1. – С. 19-33.

50. Яремко З. Безпека життєдіяльності / З. Яремко: навч. посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 320 с.

51. Bernard L.C. Risks in Perspective / L. C. Bernard // Journal of American Physicians and Surgeons. – Summer 2003. – Vol. 8, № 2. – P. 50 – 53.

52. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Commute action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities, 22.12.2000, EN, L. 327/1.

53. Gil F. Biomonitorization of cadmium, chromium, magnese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed popylation / F. Gil, A. F. Hernandez, C. Marquez, P.Femia, P.Olmedo, O. Lopez-Guarnido, A. Pla // Science of the Total Enviroment. – 2011. – V. 409. – P. 1172-1180.

54. Islam M.A. Comparison of the trace metal concentration of drinking water supply options in southwest coastal areas of Bangladesh / M.A.Islam, M.R.Karim, T.Hiduchi, H,Sakabara, M.Sekine //App.Water Sci. – 2014. –V.4. – P.183-191.

55. Kammen D.M. and Hassenzaht D.M. Should We Risk It?: Exploring Environmental, Health, and Technological Problem Solving. – Princeton, New Jersey, USA. – 1999.

56. Magos L. Mercury and Mercurials / Magos L. // Brit. med. Bull. – 1985. – Vol. 31. – P. 241-245.

57. Melles H. Effect of magnesium in drinking water and the magnesium therapy in demineralized water/ H. Melles, SA Kiss. // Magnes. Res. – 1992. –V. 5.– P. 277-279.

58. Mickeley N. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism / N. Mickeley, L.M. De

Carvalho Fortes, C.I. Porto da Silveira, M.B. Lima // J. of Trace Elements in Med. and Biol. – 2001. – V. 15. – Iss. 1. – P. 46-55.

59. Nardy J. La rigidita di acqua potabile e di alterazioni degenerative croniche.. Parte I. analisi epidemiologica della ricerca / J. Nardy, F. Donato, S. Monarka, W. Helatty // Igiene rivista annuale – medicina preventiva nella societa. – 2003. –V. 15. – P. 35-40.

60. Rosborg I. Drinking water minerals and mineral balance / I. Rosborg, F. Koszisek, O. Selinus, M. Ferrante, D. Jovanonic. – SIP, Switzerland, 2015. – 105 p.

61. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS). Strategy 2017-2020. – World Health Organization, 2017. – 2 p.

62. Waseem A. Pollution status of Pakistan:a retrospective review on heavy metal contamination of water, soil, vegetables / A. Waseem, J. Arshad, F. Iqbal, A. Sajjad, Z. Mehmood // Biomed Research International. – 2014. – V.14. – P. 29 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/813206>

63. World Health Organization (WHO). Nutrients in drinking water, sanitation and health protection and the human environment / WHO. – Geneva, 2005. – 115 p.

64. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality – 4th ed. / WHO. – Geneva, 2011. – 564 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Шляхи надходження хімічних елементів та їх біодоступність у організмі людини

| Хімічні елементи | Надходження, % | | | Біодоступність у ШКТ, % |
|------------------|----------------|-------|----------|--------------------------------|
| | Вода | Їжа | Повітря | |
| As | 0,99 | 98,87 | 0,14 | 60-75 |
| Al | 54,4 | 44,35 | 0,22 | 5-10 |
| Cd | 7,36 | 92,02 | <0,61 | 4-5 |
| Ca | 31,25 | 68,75 | - | 25-40 |
| Cr | 40,0 | 59,9 | 0,001 | 0,5-1,0 |
| Cu | 12,44 | 87,06 | 0,5 | 10-30 |
| Co | 3,23 | 96,74 | <0.032 | 20-95 |
| Fe | 0,99 | 98,80 | 0,21 | 7-15 |
| Pb | 11,76 | 86,27 | 1,96 | 0,4-0,7 |
| Mg | 33,3 | 66,7 | - | 30-35 |
| Mn | 14,75 | 85,25 | 0,05 | 3-5 |
| Mo | 6,25 | 93,75 | <0,03 | 70-80 |
| Ni | 4,07 | 95,78 | 0,14 | - |
| Hg | 2,44 | 91,46 | 6,09 | 80-90 |
| P | невідомо | ~90 | невідомо | ~60-70 |
| Se | невідомо | ~100 | невідомо | 50-80 (орг.), 5-15 (неорг.) |
| Si | невідомо | 18,95 | 81,08 | 1-2 |
| Cl | 33,3 | 66,7 | невідомо | ~90-100 |
| I | 12,5 | 25 | 62,5 | 80-90 |
| Zn | 7,09 | 92,2 | <0,71 | 20-40 |

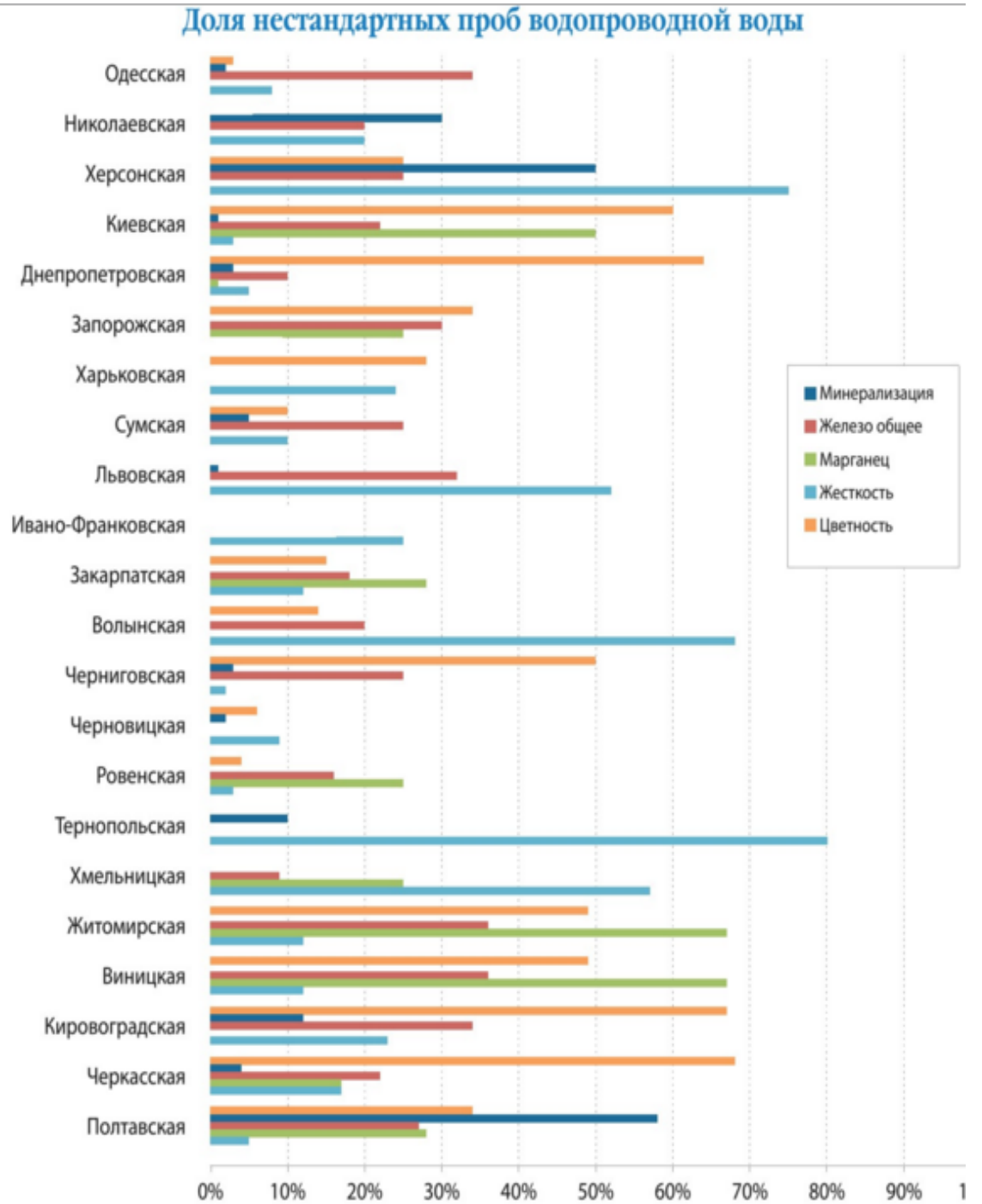


Рис. Б.1. Якість водопровідної води в географічному розрізі [41]

Додаток В

Таблиця В.1

Результати фізико-хімічного аналізу питної води, що подається населенню КП “Вінницяоблводоканал” за 2016 р.

| № зп | Показник | ГДК | Фактична концентрація за місяцями | | | | | | | | | | | | Середнє значення |
|------|--|-----------------------|-----------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | Запах, бали | не більше 2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | - |
| 2 | Смак та присмак, бали | не більше 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| 3 | Забарвленість, градуси | не більше 20 (35)* | 15 | 15 | 15 | 16 | 17 | 17 | 14 | 12 | 14 | 12 | 11 | 14 | 14,33 |
| 4 | Каламутність, мг/дм ³ | не більше 0,58 (2,0)* | 1,02 | 0,95 | 0,9 | 0,95 | 0,94 | 0,95 | 0,96 | 0,9 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 1,1 | 0,94 |
| 5 | pH | 6,5-8,5 | 7,92 | 7,81 | 7,95 | 7,94 | 7,66 | 7,62 | 7,4 | 7,38 | 7,44 | 7,42 | 7,61 | 7,61 | 7,65 |
| 6 | Залізо загальне, мг/дм ³ | не більше 0,2 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 7 | Загальна жорсткість, моль/м ³ | не більше 7,0 | 6,7 | 6,5 | 5,6 | 5,05 | 4,85 | 5,1 | 4,8 | 4,2 | 4,35 | 4,6 | 5,3 | 6,25 | 5,28 |
| 8 | Марганець, мг/дм ³ | не більше 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| 9 | Сульфати, мг/дм ³ | не більше 250 | 52,92 | 69,58 | 104,76 | 52,34 | 72,66 | 71,62 | 77,12 | 55,82 | 38,05 | 51,06 | 40,3 | 48,11 | 61,20 |
| 10 | Хлориди, мг/дм ³ | не більше 250 | 43 | 40 | 40 | 40 | 41 | 40 | 41 | 41 | 44 | 41 | 38 | 44 | 41,08 |
| 11 | Нітрати, мг/дм ³ | не більше 50 | 5,7 | 5,56 | 2,85 | 0,5 | 0,82 | 0,65 | 0,5 | 0,92 | 0,55 | 0,61 | 2,41 | 4,95 | 2,17 |
| 12 | Амоній, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,07 | 0,2 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,42 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,4 | 0,13 |
| 13 | Нітрити, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,004 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,005 | 0,008 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,007 | 0,00458 |
| 14 | Мідь, мг/дм ³ | не більше 1,0 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 15 | Поліфосфати, мг/дм ³ | не більше 3,5 | 0,04 | 0,065 | 0,035 | 0,035 | 0,095 | 0,065 | 0,08 | 0,025 | 0,055 | 0,06 | 0,065 | 0,21 | 0,07 |

Продовження табл. В.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----|---|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 16 | Цинк, мг/дм ³ | не більше 1,0 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,01 |
| 17 | Алюміній, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,22 | 0,16 | 0,22 | 0,17 | 0,12 | 0,09 | 0,08 | 0,03 | 0,13 | 0,17 | 0,2 | 0,22 | 0,15 |
| 18 | Кадмій, мг/дм ³ | не більше 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 19 | Миш'як, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | Молібден, мг/дм ³ | не більше 0,07 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 |
| 21 | Ртуть, мг/дм ³ | не більше 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 |
| 22 | Свинець, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,00 |
| 23 | Хром, мг/дм ³ | не більше 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 24 | Нікель, мг/дм ³ | не більше 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 25 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,012 | 0,012 | 0,017 | 0,022 | 0,015 | 0,01 | 0,011 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,135 | 0,02 |
| 26 | Натрій, мг/дм ³ | не більше 200 | 20,84 | 21,08 | 18,13 | 20,24 | 20,45 | 19,33 | 18,04 | 23,38 | 21,78 | 21,53 | 16,01 | 23,78 | 20,38 |
| 27 | Кремній, мг/дм ³ | не більше 10 | 2,17 | 2,39 | 0,13 | 0,05 | 2,34 | 2,59 | 5,41 | 4,06 | 3,11 | 3,46 | 3,11 | 5,13 | 2,83 |
| 28 | Кобальт, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 29 | Селен, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0005 | 0,00053 |
| 30 | Стронцій, мг/дм ³ | не більше 7,0 | - | 0,07 | 0,19 | - | - | 0,21 | - | 0,11 | - | - | 0,01 | - | 0,12 |
| 31 | Перманганатна окислювальність, мг О ₂ /дм ³ | не більше 5,0 | 4,52 | 4,44 | 4,6 | 4,68 | 4,6 | 4,6 | 4,22 | 4,44 | 4,52 | 4,68 | 4,9 | 4,76 | 4,58 |
| 32 | Залишковий хлор зв'язаний, мг/дм ³ | не більше 1,2 | 0,95 | 0,88 | 1,38 | 0,93 | 0,93 | 0,95 | 1 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 1 | 0,976667 |
| 33 | АПАР, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,013 | 0,024 | 0,03 | 0,04 | 0,025 | 0,028 | 0,028 | 0,026 | 0,031 | 0,022 | 0,024 | 0,01 | 0,025083 |

* норматив діє до 01.01.2020 р.

Продовження табл. В.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----|---|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 17 | Алюміній, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,16 | 0,18 | 0,22 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,19 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,22 | 0,18 | 0,15 |
| 18 | Кадмій, мг/дм ³ | не більше 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 |
| 19 | Миш'як, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | Молібден, мг/дм ³ | не більше 0,07 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 |
| 21 | Ртуть, мг/дм ³ | не більше 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 |
| 22 | Свинець, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,00 |
| 23 | Хром, мг/дм ³ | не більше 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 24 | Нікель, мг/дм ³ | не більше 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 25 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,061 | 0,028 | 0,025 | 0,036 | 0,068 | 0,036 | 0,029 | 0,042 | 0,036 | 0,02 | 0,021 | 0,027 | 0,04 |
| 26 | Натрій, мг/дм ³ | не більше 200 | 24,99 | 24,29 | 19,45 | 16,59 | 17,05 | 17,31 | 18,76 | 22,45 | 21,52 | 16,07 | 19,45 | 20,72 | 19,89 |
| 27 | Кремній, мг/дм ³ | не більше 10 | 5,65 | 5,58 | 4,16 | 0,05 | 0,08 | 0,32 | 5,96 | 6,6 | 5,93 | 3,18 | 1,62 | 1,8 | 3,41 |
| 28 | Кобальт, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 29 | Селен, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0006 | 0,00051 |
| 30 | Стронцій, мг/дм ³ | не більше 7,0 | - | 0,01 | - | 0,01 | - | - | 0,01 | - | - | 0,01 | - | - | 0,01 |
| 31 | Перманганатна окислювальність, мг О ₂ /дм ³ | не більше 5,0 | 4,68 | 4,64 | 4,6 | 4,68 | 4,65 | 4,8 | 4,8 | 4,76 | 4,76 | 4,8 | 4,92 | 4,88 | 4,75 |
| 32 | Залишковий хлор зв'язаний, мг/дм ³ | не більше 1,2 | 1 | 1,02 | 0,86 | 0,91 | 0,94 | 1,36 | 0,96 | 0,98 | 1 | 0,98 | 1 | 0,91 | 0,993333 |
| 33 | АПАР, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,011 | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,015 | 0,019 | 0,013 | 0,019 | 0,024 | 0,016417 |

* норматив діє до 01.01.2020 р.

Продовження табл. В.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----|---|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 17 | Алюміній, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,27 | 0,15 | 0,27 | 0,16 | 0,23 | 0,19 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,14 | 0,27 | 0,06 | 0,17 |
| 18 | Кадмій, мг/дм ³ | не більше 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00 |
| 19 | Миш'як, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | Молібден, мг/дм ³ | не більше 0,07 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 |
| 21 | Ртуть, мг/дм ³ | не більше 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,00 |
| 22 | Свинець, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,00 |
| 23 | Хром, мг/дм ³ | не більше 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 24 | Нікель, мг/дм ³ | не більше 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 25 | Нафтопродукти, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,02 | 0,028 | 0,022 | 0,041 | 0,023 | 0,28 | 0,016 | 0,027 | 0,019 | 0,026 | 0,053 | 0,046 | 0,05 |
| 26 | Натрій, мг/дм ³ | не більше 200 | 23,43 | 21,97 | 17,88 | 17,89 | 19,57 | 19,72 | 20,49 | 18,33 | 20,35 | 18,84 | 19,43 | 22,74 | 20,05 |
| 27 | Кремній, мг/дм ³ | не більше 10 | 3,2 | 2,89 | 4,57 | 0,17 | 0,1 | 3,38 | 4,92 | 5,04 | 2,54 | 1,35 | 0,73 | 1,89 | 2,57 |
| 28 | Кобальт, мг/дм ³ | не більше 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 29 | Селен, мг/дм ³ | не більше 0,01 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,00051 |
| 30 | Стронцій, мг/дм ³ | не більше 7,0 | - | - | 0,01 | - | 0,01 | - | - | 0,01 | - | - | 0,01 | - | 0,01 |
| 31 | Перманганатна окислювальність, мг О ₂ /дм ³ | не більше 5,0 | 4,56 | 4,76 | 4,68 | 4,54 | 4,52 | 4,56 | 4,76 | 4,76 | 4,5 | 4,8 | 4,92 | 4,86 | 4,69 |
| 32 | Залишковий хлор зв'язаний, мг/дм ³ | не більше 1,2 | 0,96 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,98 | 1 | 1 | 1 | 0,96 | 0,96 | 0,988333 |
| 33 | АПАР, мг/дм ³ | не більше 0,5 | 0,017 | 0,021 | 0,027 | 0,029 | 0,028 | 0,017 | 0,013 | 0,013 | 0,017 | 0,02 | 0,027 | 0,03 | 0,021583 |

* норматив діє до 01.01.2020 р.

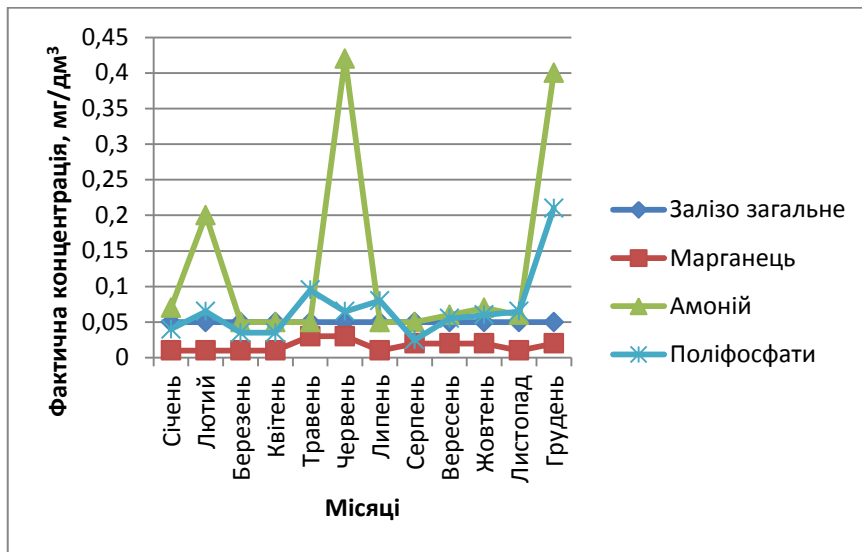


Рис. Д.1. Зміна показників якості води за 2016 р.

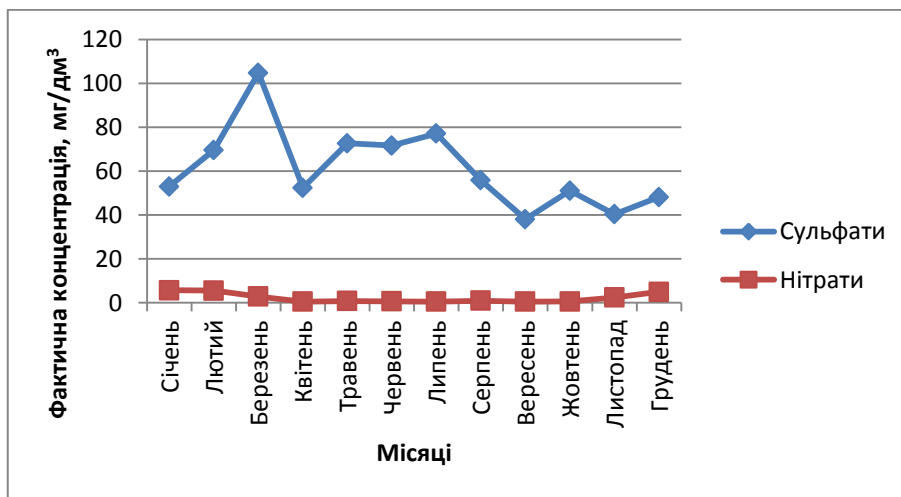


Рис. Д.2. Зміна показників якості води за 2016 р.

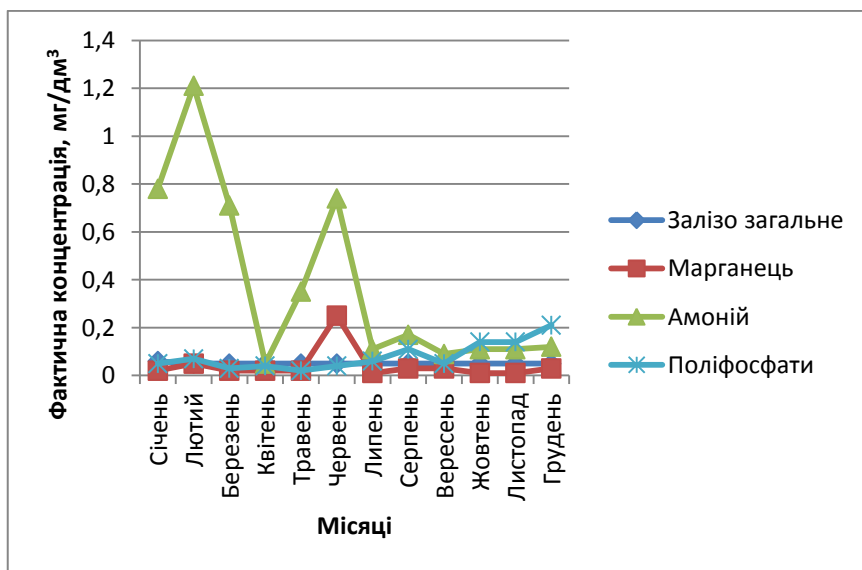


Рис. Д.3. Зміна показників якості води за 2017 р.

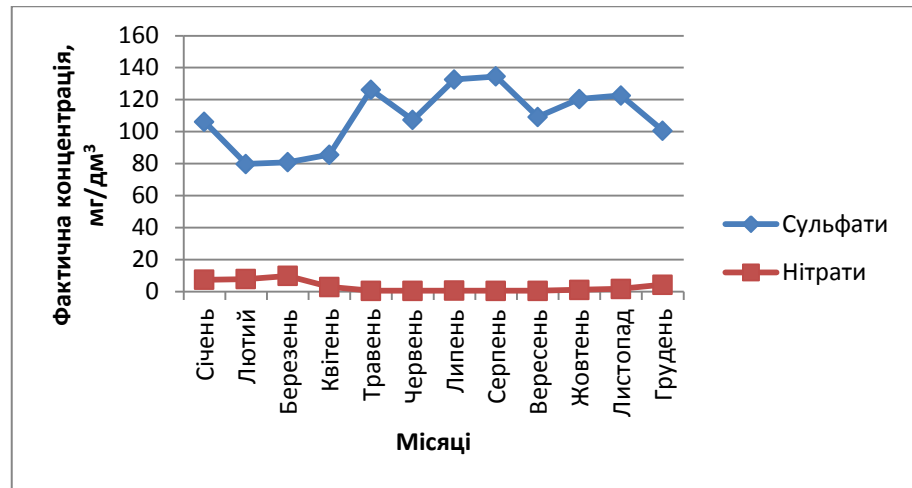


Рис. Д.4. Зміна показників якості води за 2017 р.

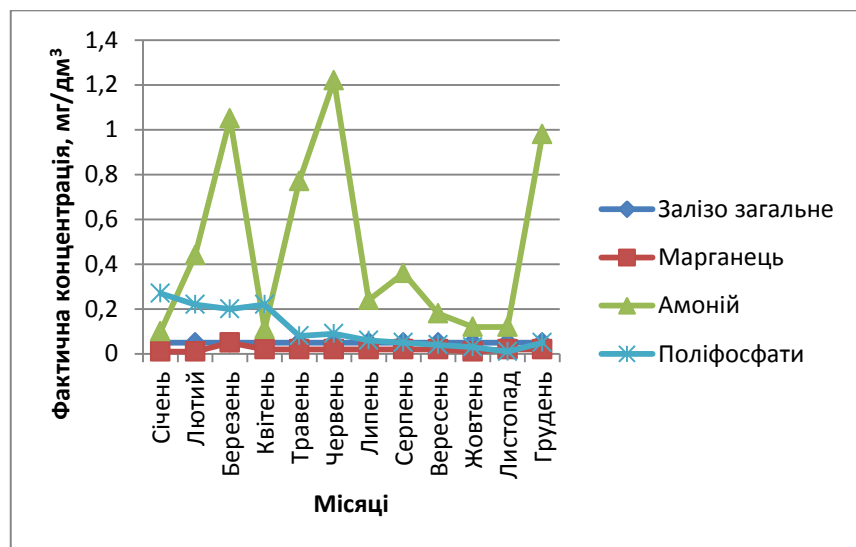


Рис. Д.5. Зміна показників якості води за 2018 р.

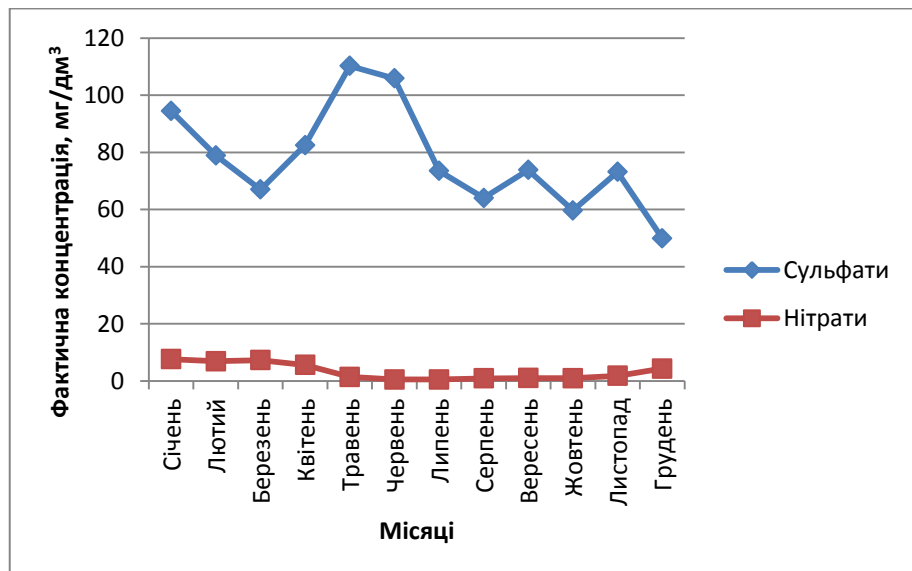


Рис. Д.6. Зміна показників якості води за 2018 р.

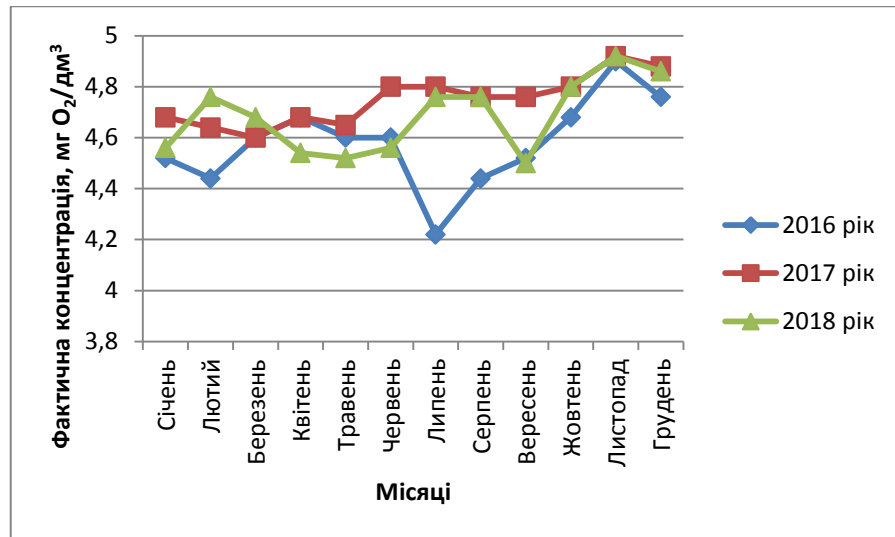


Рис. Д.7. Зміна перманганатної окислюваності за 2016-2018 р.р.

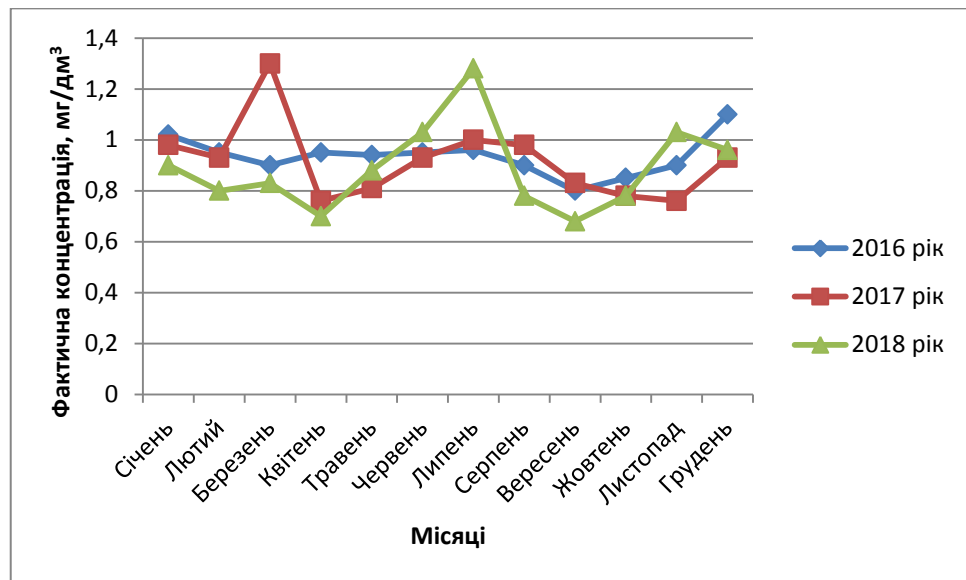


Рис. Д.8. Зміна каламутності води за 2016-2018 р.р.

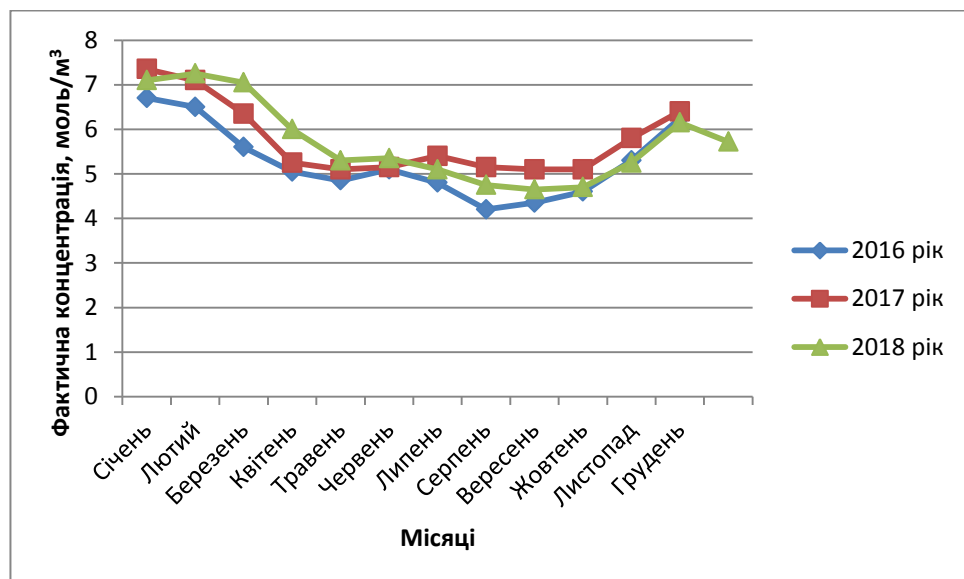


Рис. Д.9. Зміна загальної жорсткості води за 2016-2018 р.р.

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Безпека питної води за загальними і хімічними показниками [50]

| Показники | Показник шкідливості | Клас небезпеки |
|--|---------------------------|----------------|
| Загальні показники | | |
| Водневий показник | | |
| Загальна мінералізація | | |
| Жорсткість загальна | | |
| Перманганатне окиснення за киснем | | |
| Нафтопродукти сумарно | | |
| Поверхнево-активні речовини, аніоноактивні | | |
| Фенольний індекс | | |
| Неорганічні речовини | | |
| Алюміній (Al_{3+}) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Барій (Ba_{2+}) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Берилій (Be_{2+}) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Бор (В сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Залізо (Fe сумарно) | Органолептичний | 3-й |
| Кадмій (Cd сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Марганець (Mn сумарно) | Органолептичний | 3-й |
| Мідь (Cu сумарно) | Органолептичний | 3-й |
| Молибден (Mo сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Миш'як (As сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Нікель (Ni сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 3-й |
| Нітрати (по NO_3) | Органолептичний | 3-й |
| Ртуть (Hg сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 1-й |
| Свинець (Pb сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Селен (Se сумарно) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Стронцій (Sr^{2+}) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Сульфати (SO_4^{2-}) | Органолептичний | 4-й |
| Фториди (F) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Хлориди (Cl) | Органолептичний | 4-й |
| Хром (Cr^{6+}) | Санітарно-токсикологічний | 3-й |
| Ціаніди (CN^-) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| Цинк (Zn^{2+}) | Органолептичний | 3-й |
| -ГХЦН(ліндан) | Санітарно-токсикологічний | 1-й |
| ДДТ(сума ізомерів) | Санітарно-токсикологічний | 2-й |
| 2,4-динітро-2,4-діазопентан | Санітарно-токсикологічний | 2-й |