

MEDICO-HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER FROM CENTRALIZED WATER SUPPLY SURFACE SOURCE OF THE CITY OF CHERKASY

Bondarenko Yu.H., Dzhulai O.S., Riabovol V.M., Khomenko O.A., Kokhany O.A.

МЕДИКО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВОДИ ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЧЕРКАСИ

В

ода є одним з основних об'єктів довкілля. Важливим напрямком використання води є забезпечення населення доброякісною питною водою. Джерелами централізованого водопостачання є поверхневі, підземні та атмосферні води. Найбільш широко у централізованому водопостачанні населення використовуються поверхневі води, у тому числі водосховища. Основним централізованим джерелом водопостачання населення України є р. Дніпро. Створення на Дніпрі каскаду гідроелектростанцій та водосховищ зумовило поступовий розвиток багатьох складних екологічних проблем. З шести великих Дніпровських водосховищ Кременчуцьке і Каховське мають водообмін 2-4 рази на рік і належать до типу озерних.

Джерелом централізованого водопостачання м. Черкаси є Кременчуцьке водосховище. У літній період на більшій частині акваторії Кременчуцького водосховища встановлюється озерний режим. За високої температури повітря спостерігається інтенсивне «цвітіння» води, виникає скупчення водо-

ростей, а подальше розмноження їх має негативні наслідки для санітарно-біологічного стану води, внаслідок чого виникає дефіцит кисню у нижніх горизонтах води та у нічні години. Утворюються різноманітні органічні та неорганічні речовини, у тому числі й токсичні, що значно погіршує якість води водосховища [1].

Зарегульований Дніпро виконує роль не лише основного джерела іригації значних територій, водопостачання міст і промислових підприємств, а також є резервуаром, до якого надходять стічні промислово-комунальні води та забруднення, які потрапляють з площі водозабору [8]. Скид у поверхневі водойми забруднених вод в умовах уповільненого водообміну призводить до накопичення донних відкладень, розвитку у них анаеробних процесів, накопичення органічних речовин, збільшення мінералізації води та бактеріальної мікрофлори, що сукупно погіршує якість води та антропогенну евтрофікацію водосховищ.

Зазвичай це проявляється у масовому розвитку синьо-

**БОНДАРЕНКО Ю.Г.,
ДЖУЛАЙ О.С.,
РЯБОВОЛ В.М.,
ХОМЕНКО О.А.,
КОХАНІЙ О.А.**

ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України», м. Черкаси
УДК:614.777:628.113(477.46)

Ключові слова: поверхневі джерела централізованого водопостачання, вода, органолептичні показники, загально-хімічні показники, мікробіологічні показники, показники радіаційної безпеки, моніторингові дослідження, здоров'я населення, класи якості води.

МЕДИКО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ г. ЧЕРКАССЫ

Бондаренко Ю.Г., Джулай А.С., Рябовол В.М., Хоменко О.А., Коханий Е.А.

ГУ «Черкасский областной лабораторный центр Министерства здравоохранения Украины», г. Черкассы

Цель работы: осуществить медико-гигиеническую оценку качества воды в поверхностном централизованном источнике водоснабжения г. Черкассы и сравнить ее с результатами проведенных исследований за 2004-2008 годы.

Материалы и методы. Осуществлена оценка качества воды поверхностного источника водоснабжения г. Черкассы с учетом гигиенического значения и по химическому составу: органолептические показатели, общесанитарные химические показатели, микробиологические показатели, показатели радиационной безопасности, токсикологические показатели химического

состава воды (приоритетные), органические — пестициды хлорорганические (сумма).

Результаты. Вода в поверхностном централизованном источнике водоснабжения г. Черкассы по уровню загрязненности относится к II классу и определяется как умеренно загрязненная и соответствует результатам исследований, проведенных в 2004-2008 годах.

Выводы. Освещена проблема использования р. Днепр, в частности Кременчугского водохранилища, как источника поверхностного централизованного водоснабжения. Осуществлен поиск новых методов обеззараживания и обработки воды. Создана единая система мониторинга и влияния показателей качества воды на организм человека.

Ключевые слова: поверхностные источники централизованного водоснабжения, вода, органолептические показатели, общехимические показатели, микробиологические показатели, показатели радиационной безопасности, мониторинговые исследования, здоровье населения, классы воды.

© **Бондаренко Ю.Г., Джулай О.С., Рябовол В.М., Хоменко О.А., Коханий О.А.**
СТАТТЯ, 2018.

зелених водоростей, що суттєво погіршує органолептичні показники води. При водокористуванні в умовах підвищеної трофності водосховищ наявність невеликої кількості їх у питній воді може відображатися на захворюваності населення, загостренні хронічних хвороб.

Якість води у водосховищах оцінюється відповідно до додатку 11 до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я № 173 від 19.06.1996 р., а якість води у джерелах централізованого водопостачання – за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правил вибирання».

Низька якість води у водосховищах та відповідно джерелах централізованого водопостачання може призвести до обмеження водокористування через неприємні органолептичні властивості води, негативний вплив шкідливих хімічних речовин, які накопичуються у планктоні і потім харчовими ланцюгами через риби та інші продукти потрапляють до організму людини.

Джерела водопостачання потребують здійснення постійного нагляду, який передбачає три основні етапи:

□ еколого-гігієнічний моніторинг водосховища, на якому розміщене джерело водопостачання;

□ еколого-гігієнічний моніторинг джерела водопостачання;

□ еколого-гігієнічний моніторинг водопідготовки та водопровідної мережі.

Мета роботи: здійснити медико-гігієнічну оцінку якості води у поверхневому централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси та порівняти її з результатами проведених досліджень за 2004-2008 роки.

Матеріали та методики. Здійснено оцінку якості води поверхневого джерела водопостачання м. Черкаси з урахуванням гігієнічного значення та за хімічним складом: *органолептичні показники* (запах, забарвленість, каламутність), *загальносанітарні хімічні показники* (сухий залишок (мінералізація), сульфати, хлориди, магній, жорсткість (твердість



ГІГІЄНА ВОДИ ТА ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ

загальна), лужність, водневий показник, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, перманганатна окиснюваність ($KMnO_4$), окиснюваність біхроматна (ХСК) $K_2Cr_2O_7$, фосфор фосфатів); *мікробіологічні показники* (загальне мікробне число (ЗМК), загальні коли форми (лактозопозитивні кишкові бактерії), індекс БГКП, патогенні бактерії (сальмонели), колифаги, індекс); *показники радіаційної безпеки* (стронцій-90 – ^{90}Sr , цезій-137 – ^{137}Cs); *токсикологічні показники хімічного складу води* (пріоритетні) (неорганічні – фториди (F^-), залізо загальне (Fe), ванадій (V), кадмій (Cd), кобальт (Co), миш'як (As), мідь

(Cu), молібден (Mo), нікель (Ni), свинець (Pb), селен (Se), цинк (Zn); органічні – пестициди хлорорганічні (сума) (ДДТ-із., у-ГХЦГ, гептахлор, алдрин), феноли леткі, нафтопродукти (загальні, вуглеводневі)

Результати досліджень. Кольоровість – природна властивість води, що залежить від наявності у ній гумінових речовин, які вимиваються у воду із ґрунту під час формування поверхневих та підземних водойм та надають воді забарвлення від жовтого до коричневого. Невелика кількість гумінових речовин утворюється безпосередньо у поверхневих водоймах внаслідок мікробіологічного руй-

Рисунок 1

Динаміка зміни показника кольоровості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

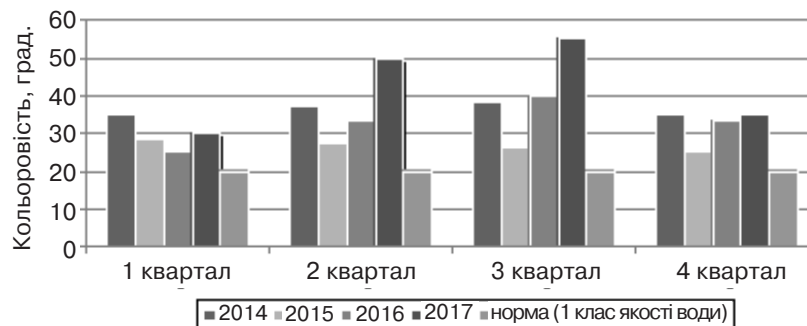


Рисунок 2

Динаміка зміни показника температури води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



нування водоростей. Що більше у воді гумінових речовин, то інтенсивніше забарвлення води.

Динаміку зміни показника забарвленості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 1, з якого видно, що кольоровість води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси підвищується у другому і третьому кварталах і за показником, визначеним ДСТУ 4808:2007 (від 50° до 55°), належить до II класу. Підвищення кольоровості у літній період може бути зумовленим багатьма причинами: підвищенням температури води влітку, прискорен-

ням процесів евтрофікації водоймища і, як наслідок, забрудненням води речовинами органічного походження. Підвищення забарвлення і кольоровості води може свідчити про її забруднення промисловими стічними водами. Переконавшись даних про вплив води з високою кольоровістю на здоров'я людини у літературі немає. Але відомо, що внаслідок дії гумінових кислот так само, як і підвищується проникність стінки кишечника для деяких важких металів та сульфат-іону.

Протягом року спостерігається підвищення забарвленості (кольоровості) у літній період так само, як і підвищення температури води. Ці показники взаємопов'язані, але провідним фактором серед них є температура. Це зумовлено її впливом на розчинність газів і парціальний тиск летких органічних речовин, які надають воді запаху (наприклад фенолів). Динаміку зміни показника коливання температури води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 2.

Аналіз цих змін протягом 4-х років свідчить, що найвищою температури вода у джерелі водопостачання сягає у 3 кварталі. У цей період розпочинається масове цвітіння синьо-зелених водоростей та збагачення води токсичними речовинами – продуктами їхньої життєдіяльності. Значна кількість завислих речовин та забарвленість можуть бути пов'язаними з частим коливанням рівня води водосховища, незначною швидкістю руху води тощо.

Температура впливає на швидкість і глибину процесів очищення та знезараження води на водозабірних станціях. Гігієнічне значення температури полягає у впливі на процеси прояснення, знебарвлення і знезараження води, від чого залежать її органолептичні властивості, безпечність за епідеміологічними і токсикологічними показниками.

На літній період припадає також коливання таких показників, як перманганатна та біхроматна окиснюваність і концентрація розчиненого кисню. Збільшення перманганатної окиснюваності понад 9 мг/л та біхроматної до 22 мг/л є результатом забруднення джерела води легкоокислюваними речовинами органічного та мінерального походження (рисунки 3 і 4).

Таким чином, останні чотири роки відзначається постійне забруднення води у джерелі водопостачання м. Черкаси легкоокислюваними органічними сполуками.

До зменшення концентрації розчиненого кисню призводить бурхливий розвиток водоростей з подальшим їх відмиранням, що спостерігається під час евтрофікації водойм через надмірне надходження біогенних речовин. У джерелі водопостачання м. Черкаси визначається стійке зниження вмісту розчиненого кисню протягом останніх 4-х років у другому і третьому кварталах і залишається у межах половини норми – не менше 4 мг O₂/дм³. У першому і третьому кварталах розчинений кисень перебуває у близьких до норми межах – 6-7 мг O₂/дм³.

Забруднення води органічними речовинами призводить до підвищення БСК_п. БСК_п менше за 1,3 мг O₂/дм³ у воді дуже

Динаміка зміни показника окиснюваності перманганатної у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

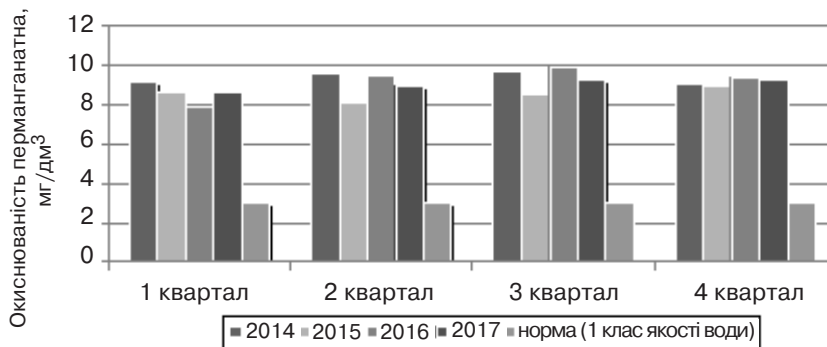


Рисунок 3

Динаміка зміни показника окиснюваності біхроматної у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

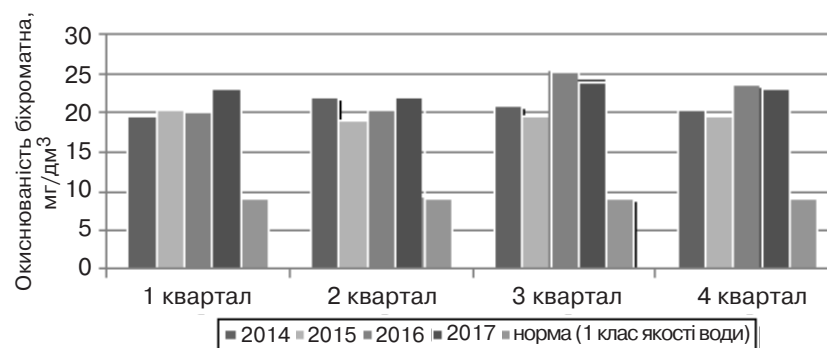


Рисунок 4

MEDICO-HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER FROM CENTRALIZED WATER SUPPLY SURFACE SOURCE OF THE CITY OF CHERKASY
Bondarenko Yu.H., Dzhulai O.S., Riabovol V.M., Khomenko O.A., Kokhanyi O.A.
State Institution «Cherkasy Region Laboratory Centre, Ministry of Health of Ukraine»

Objective: We aimed to carry out medico-hygienic assessment of water quality in the surface centralized source of water supply in the city of Cherkasy and compared it with the results of performed studies for 2004-2008.

Materials and methods: We carried out the assessment of water quality of the surface water source of the city of Cherkasy taking into account the hygienic value and by chemical composition: organoleptic parameters, general sanitary chemical standards, microbiological parameters, radiation safety parameters, toxicological parameters of water chemical composition (foreground), organic

– organochlorine pesticides (sum).

Results: The water in the surface centralized source of water supply in Cherkasy according to the level of contamination belongs to class II and is defined as moderately polluted and complies with the results of the studies carried out in the period of 2004-2008.

Conclusions: The problem of the use of the Dnipro river and the Kremenchuk water-storage basin as a source of centralized water supply, search of the new means for water decontamination and treatment, formation of a single monitoring system, and impact of water quality parameters on human organism were highlighted.

Keywords: surface sources of centralized water supply, water, organoleptic parameters, general chemical parameters, microbiological parameters, radiation safety parameters, monitoring investigations, health of the population, classes of water.

чистих водойм, у воді відносно чистих водойм – понад 2,5 мг O_2 /дм³, у воді забруднених водойм – понад 5 мг O_2 /дм³.

Аналіз значень БСК_п води у джерелі водопостачання м. Черкаси за 4 роки (рис. 5) свідчить про те, що вода належить до другого класу (ДСТУ 4808:2007). Цей показник пов'язаний з перманганатною окиснюваністю та розчинним киснем, які вказують на суттєву забрудненість води водоймища органічними рештками, а пік розмноження синьо-зелених водоростей у серпні має суттєво впливати на показник БСК_п у 3 кварталі.

Бактеріологічні показники якості води у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки мають тенденцію до сезонного коливання (рис. 6).

Так, індекс ЛКП коливається від >500 до 6200. Певна тенденція до збільшення бактеріологічного забруднення води спостерігалася у літні місяці протягом 2016-2017 років у другому та третьому кварталах. Значне збільшення індекса ЛКП спостерігалось у четвертому кварталі 2017 року, що можна пояснити теплою осінньою погодою. Наявності патогенних мікроорганізмів та гельмінтів за останні 10 років у воді централізованого джерела водопостачання м. Черкаси не виявлено.

Особливостями води у джерелі водопостачання міста Черкаси є низька жорсткість. Воду умовно можна назвати м'якою (у межах 3,2-4,6 мг-

екв/дм³) та маломінералізованою (табл.).

Порівнюючи показники концентрації заліза у воді з нормативом для джерела водопостачання (ДСТУ 4808:2007), можна сказати, що вода у джерелі водопостачання характеризується високою концентрацією заліза, а саме джерело за цим

показником належить до II класу якості води. Найвища концентрація встановлена у 3 кварталі 2017 року (500 мг/дм³). Динаміку зміни показника концентрації заліза у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси наведено на рисунку 7.

Заліза гідроксид (III), що

Рисунок 5
Динаміка зміни показника БСК_п у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально

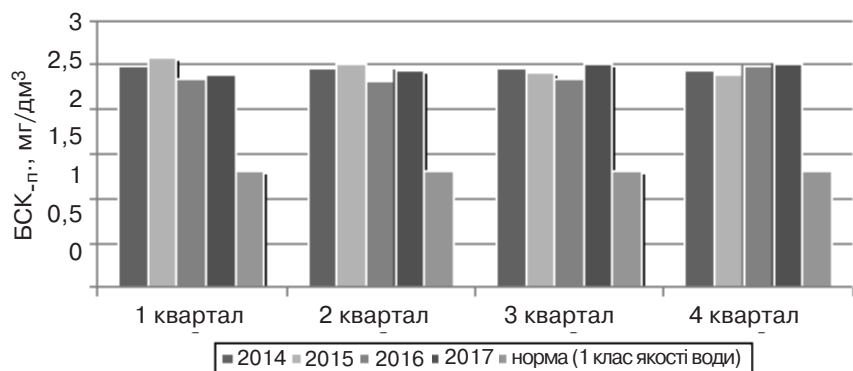
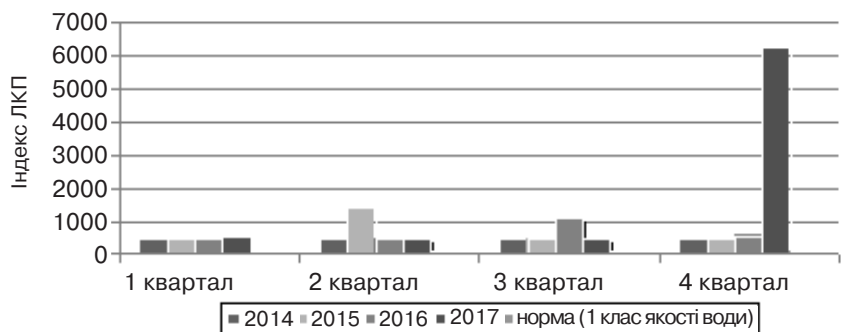


Рисунок 6
Динаміка зміни показника індекса ЛКП у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



становить 50 мг/дм³ (II клас якості води).

Надлишок марганцю в організмі може викликати порушення всмоктування заліза, а кальцій, фосфор і залізо уповільнюють засвоєння марганцю.

Основними симптомами надлишку марганцю в організмі є втрата апетиту, галюцинації, зниження активності, м'язові болі, млявість, стомлюваність, сонливість, погіршення пам'яті, депресія, порушення м'язового тону, атрофія м'язів, енцефалопатія, ураження легень тощо.

При цьому концентрація магнію перевищує норматив в 1,5 рази (II клас якості води).

У разі надлишку магнію людина відчуває невтомну спрагу, спостерігається сухість слизових оболонок. У жінок надлишок магнію в організмі проявляється характерними симптомами: порушенням менструального циклу, посиленням проявів ПМС, а також сухістю шкіри.

Динаміка змін показників стронцію-90 та цезію-137 у джерелі водопостачання не перевищує показники, нормовані ДСТУ 4808:2007 (<2 Бк/дм³) і визначається у межах 0,15 Бк/дм³.

міститься у поверхневих водних джерелах, погано розчиняється й утворює у воді коричневі пластівці, що зумовлює її кольоровість і каламутність. За значного вмісту заліза через зазначені перетворення вода набуває жовто-коричневого забарвлення, стає каламутною.

Аналіз динаміки коливань концентрації заліза протягом 4-х років показує незначні сезонні коливання зі збільшенням концентрації у літній період. У таких концентраціях, які впливають на органолептичні показники води, залізо не має ані фізіологічного, ані, тим паче, токсикологічного значення.

Концентрація марганцю у воді джерела водопостачання

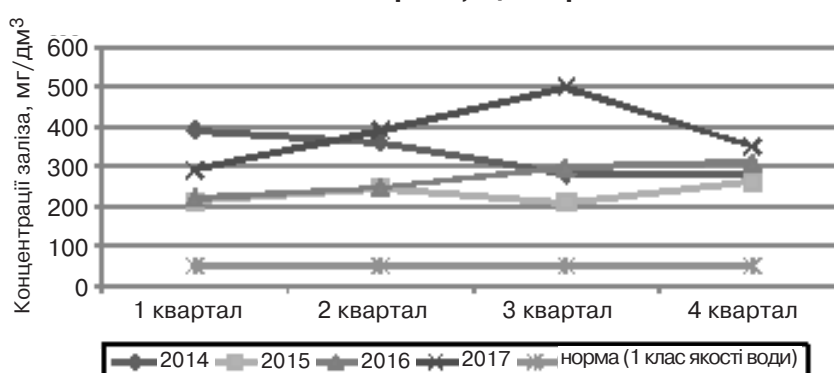
Таблиця

Показники жорсткості та мінералізації води джерела централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки

| Сухий залишок, мг/дм ³ | | | | Норма | Рік |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------|------|
| Квартал | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 263 | 261 | 252 | 249 | 400 | 2014 |
| 255 | 266 | 248 | 240 | 400 | 2015 |
| 267 | 280 | 276 | 261 | 400 | 2016 |
| 270 | 266 | 289 | 274 | 400 | 2017 |

Рисунок 7

Динаміка зміни показника концентрації заліза у джерелі централізованого водопостачання м. Черкаси за 2014-2017 роки, щоквартально



В організмі людини фтор виконує низку важливих функцій: забезпечує міцність і твердість кісткової тканини, правильний ріст скелета, волосся та нігтів, формування дентину та зубної емалі, бере участь у кровотворенні, сприяє засвоєнню заліза, виведенню із організму солей і радіонуклідів.

Фториди до організму людини надходять переважно з питною водою. Фізіологічно оптимальною концентрацією фтору у питній воді для здоров'я населення є <700 мкг/дм³.

Недостатнє надходження фтору до організму людини спричиняє розвиток таких захворювань, як карієс зубів, остеомієліт щелепних кісток, хроніосепсис, ревматизм, різні захворювання травної системи через погіршення розжовування їжі та сповільнення її евакуації із шлунка.

У поверхневому джерелі водопостачання м. Черкаси концентрація фторидів становить 200 мкг/дм³, що у 3,5 рази менше фізіологічно оптимальної дози.

Згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів (ДСТУ 4808:2007) вода у централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси характеризується помірним ступенем забруднення та належить до II класу якості води.

Сезонні та річні коливання загальносанітарних хімічних та мікробіологічних показників значно ускладнюють процеси очистки води і потребують додаткових ефективних методів її обробки.

На Дніпровській водозабірній станції для знезараження води використовується рідкий хлор. Для успішного знезараження води хлором, серед інших умов, необхідне максимальне очищення води від завислих частинок, що захищають мікроорганізми від поверхневої дії хлору. У процесі знезараження води хлор взаємодіє з органічними речовинами і деякими недоокисненими неорганічними солями, що містяться у воді. При знезараженні кольорової води із відкритих водойм передбачається за санітарними нормами використання 3,0-5,0 мг/дм³ активного хлору. Вода у джерелі водопостачання характеризується

значними показниками кольоровості, збільшення якої спостерігається у літній сезон і корелює з підвищенням температури води.

Позначаючись на процесах хлорування води, температура може опосередковано негативно вплинути на здоров'я населення за рахунок прискорення реакцій утворення тригалометанів та інших хлорованих вуглеводнів. Тому при знезараженні води хлором виникають проблеми захисту населення під час споживання такої води від побічних продуктів хлорування, які є небезпечними для здоров'я людини. Встановлено залежність утворення хлорорганічних сполук від кольоровості води у місці водозабору [3, 4].

Для дозування хлору використовується складне обладнання, яке працює від електрики, що призводить до великих витрат. Останнім часом на теренах України у господарську діяльність починають впроваджувати нанотехнології.

Необхідно детально вивчити та дослідити можливості використання нанотехнологій у сучасних системах знезараження води централізованих поверхневих та підземних джерел водопостачання з різними ступенями її якості.

Висновки

Вода у поверхневому централізованому джерелі водопостачання м. Черкаси за рівнем забрудненості належить до II класу, визначається як помірно забруднена і відповідає результатам досліджень, проведених у 2004-2008 роках [8].

Встановлено сезонну динаміку коливань кольоровості, температури, перманганатної окиснюваності та біхроматної окиснюваності вмісту розчинного кисню у воді, підвищену мікробіологічну забрудненість.

Підвищення температури води у літній період зумовлює складності з визначенням хлорпотреби під час знезараження, оскільки температура понад 25°C сприяє утворенню побічних продуктів хлорування, токсичних і небезпечних для здоров'я людини.

Встановлено необхідність моніторингових досліджень поверхневих централізованих джерел водопостачання.

Потребує розроблення та вивчення питання можливості впровадження нових сучасних технологій знезараження води, можливо, з використанням нанотехнологій.

Виникає нагальна потреба вивчити питання щодо фторування питної води, яка подається мешканцям міста Черкаси, з урахуванням того, що динаміка змін показників стронцію-90 та цезію-137 у джерелі водопостачання не перевищує показники, нормовані ДСТУ 4808:2007 (<2 Бк/дм³) і визначається у межах 0,15 Бк/дм³, що значно нижче нормативних показників.

Необхідно внести зміни до ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правил вибирання» з визначення у воді поверхневих централізованих джерел водопостачання антибіотиків, стимуляторів росту тощо, які надходять до водоймищ зі стічними водами, а також розробити новий нормативний документ щодо визначення якості води у поверхневих водоймах у зв'язку з відміною СанПін № 4630-88 «Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения».

ЛІТЕРАТУРА

1. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Валявська Г.І. Санітарно-гігієнічні умови використання Дністровського водосховища для господарсько-питних цілей. *Довкілля та здоров'я*. 2006. № 4 (39). С. 36-40.

2. Прокопов В.О., Чичковська Г.В., Зоріна О.В. Хлорорганічні сполуки у питній воді: фактори та умови їх утворення. *Довкілля та здоров'я*. 2004. № 2 (29). С. 71-73.

3. Прокопов В.О., Бардик Ю.В., Чичковська Г.В. та ін. Вміст та поведінка хлорорганічних сполук у мережах питної води м. Києва. *Довкілля та здоров'я*. 2003. № 3 (26). С. 18-21.

4. Загальна гігієна з основами екології: підручник / за ред. В.А. Кондратюка. Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. С. 97-104.

5. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І., Яворовський О.П. та ін. Комунальна гігієна: підручник. К.: Здоров'я, 2003. 724 с.

6. Бондаренко Ю.Г., Білик Л.І., Олексієнко М.М. та ін. Теоретико-методичні основи екологічного аналізу систем водопостачання та водовідведення. Черкаси: Вертикаль, 2004. 142 с.

7. Бондаренко Ю.Г., Білик Л.І., Лега Н.Ю. Водопостачання та водовідведення. Черкаси: Вертикаль, 2006. 228 с.

8. Бондаренко Ю.Г., Хоменко І.В., Білик Л.І., Загоруйко Н.В. Медико-екологічна оцінка води поверхневого джерела централізованого водопостачання м. Черкаси. *Довкілля та здоров'я*. 2010. № 3. С. 30-35.

REFERENCES

1. Stankevych V.V., Tarabarova S.B. and Valiavska G.I. *Dovkillia ta zdorovia*. 2006 ; 4 (39) : 36-40 (in Ukrainian).

2. Prokopov V.O., Chychkovska G.V. and Zorina O.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 2004 ; 2 (29) : 71-73 (in Ukrainian).

3. Prokopov V.O., Bardyk Yu.V., Chychkovska G.V. et al. *Dovkillia ta zdorovia*. 2003 ; 3 (26) : 18-21 (in Ukrainian).

4. Kondratiuk V.A. (ed.) *Zahalna hihiena z osnovamy ekolohii: pidruchnyk [General Hygiene with the Foundations for Ecology: Textbook]*. Ternopil : Ukrmedknyha ; 2003 : 97-104 (in Ukrainian).

5. Honcharuk Ye.H., Bardov V.G., Harkavyy S.I., Yavorovskyy O.P. et al. *Komunalna hihiena : pidruchnyk [Communal Hygiene : Textbook]*. Kyiv : Zdorovia ; 2003 : 724 p. (in Ukrainian).

6. Bondarenko Yu.G., Bilyk L.I., Oleksienko M.M. et al. *Teoretyko-metodychni osnovy ekolohichnoho analizu system vodopostachannia ta vodovidvedennia [Theoretical-and-Methodical Foundations for Ecological Analysis of Water Supply and Drainage Systems]*. Cherkasy : Vertykal ; 2004 : 142 p. (in Ukrainian).

7. Bondarenko Yu.G., Bilyk L.I. and Leha N.Yu. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia [Water Supply and Drainage]*. Cherkasy : Vertykal ; 2006 : 228 p. (in Ukrainian).

8. Bondarenko Yu.G., Khomenko I.V., Bilyk L.I. and Zahoruiko N.V. *Dovkillia ta zdorovia*. 2010 ; 3 : 30-35 (in Ukrainian).

Надійшло до редакції 12.04.2018