

Гігієна та профілактична
медицина

Hygiene and Preventive
Medicine

УДК 613.3+614.7

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7495395>

НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ: СТАРІ ПРОБЛЕМИ І НОВІ ВИКЛИКИ

Мокієнко А.В.

Одеський національний медичний університет

НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ: СТАРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

Мокиенко А.В.

Одесский национальный медицинский университет

WATER QUALITY STANDARDIZATION: OLD PROBLEMS AND NEW CHALLENGES

Mokienko A.V.

Odessa National Medical University

Summary/Резюме

The urgency of the work is due to the aggravation of water problems during the war in Ukraine.

The goal of the work.

Analysis of the latest national and foreign regulatory documents and literature on water quality regulation.

Materials and methods.

Bibliometric, analytical.

Research results.

A comparison of the national normative document on the regulation of the quality of water bodies with the latest developments regarding the implementation of the Water Framework Directive in Europe has been carried out. An analysis of the “military” SanPiN drinking water was carried out regarding the possibility of determining military toxic substances in the water. The rationing of silicon as a conditionally essential trace element and magnesium as an essential macroelement in drinking water has been refuted. It was concluded that the regulation of the quality of drinking water should take into account an adequate assessment of the risks to the health of the population, taking into account the realities of existing water purification and disinfection technologies.

Key words: *water, quality, rationing.*

Актуальность работы обусловлена обострением проблем водообеспечения во время войны в Украине.

Цель работы.

Анализ последних отечественных и зарубежных нормативных документов и литературы по нормированию качества воды.

Материалы и методы.

Библиометрические, аналитические.

Результаты исследования.

Проведено сравнение отечественного нормативного документа по нормированию качества водоемов с последними наработками по внедрению в Европе Водной Рамочной Директивы. Выполнен анализ «военного» СанПиНа на питьевую воду относительно возможности определения в воде боевых ядовитых веществ. Опровергнуто нормирование кремния как условно-эссенциального микроэлемента и магния как эссенциального макроэлемента в воде. Заключено, что нормирование качества питьевой воды должно учитывать адекватную оценку рисков для здоровья населения с учетом реалий существующих технологий очистки и обеззараживания воды.

Ключевые слова: вода, качество, нормирование

Актуальність роботи обумовлена загостренням водних проблем під час війни в Україні.

Мета роботи.

Аналіз останніх вітчизняних і закордонних нормативних документів та літератури щодо нормування якості води.

Матеріали і методи.

Бібліометричні, аналітичні.

Результати дослідження.

Проведено порівняння вітчизняного нормативного документу щодо нормування якості водойм із останніми напрацюваннями щодо впровадження у Європі Водної Рамкової Директиви. Виконано аналіз «военного» СанПіНу на питну воду щодо можливості визначення у воді бойових отруйних речовин. Спростовано нормування кремнію, як умовно-есенціального мікроелементу, та магнію, як есенціального макроелементу у питній воді. Зроблено висновок, що нормування якості питної води повинне враховувати адекватну оцінку ризиків для здоров'я населення з урахуванням реалій існуючих технологій очищення і знезараження води.

Ключові слова: вода, якість, нормування.

Вступ

Автор звертався до цієї надзвичайно болючої водної проблеми рік назад [1]. Війна ще більше її загострила. Слід було сподіватися, що це приверне увагу владних структур до вирішення гостроти якості води як одного із найважливіших факторів життєзабезпечення. Не можна сказати, що нічого не зроблено. Але результативність цього викликає глибокі сумніви. Підтвердженням цьому є наступний аналіз.

Матеріали і методи

Бібліометричні, аналітичні.

Результати дослідження

Поточний надзвичайно жорстоко-складний для України 2022 рік в контексті нормування якості води став знаменним у зв'язку із появою двох документів, очікуваних і неочікуваних одночасно. Перший це «Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» [2]. Навіть

поверхневий аналіз цього документу у будь якого фахівця із певним досвідом роботи має викликати ефект «де жа во». Тобто це колись уже було. Продивившись перелік речовин, що нормуються у воді водойм, можна пересвідчитися, що так воно і є. Автор, безумовно не мав на меті достеменно порівняння всіх без виключення речовин у цьому документі із попередніми і зосередився на добре йому знайомих хлоритах і хлоратах [1]. Тут вони фігурують за номерами 852, 853 і нормуються на рівнях 0,2 і 20 мг/л відповідно. Ці ж цифри представлені у відомому скасованому документі [3] у якому за дивним збігом обставин така ж кількість речовин (1377). Те ж саме ви знайдете в іншому подібному документі [4], де різниця тільки у номерах речовин (795, 796).

Пояснення вищезазначеного можна знайти у пояснювальній записці до документу, який обговорюється [2].

«Підстава розроблення проекту акта.

Проект наказу розроблено на виконання статей 9, 18 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», статті 36 Водного Кодексу України, абзацу восьмого підпункту 14 пункту 4, пункту 8 Положення про Міністерство охорони здоров'я України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 2015 року № 267 (у редакції постанови Кабінету Міністрів країни від 24 січня 2020 року № 90), оскільки розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 січня 2016 року № 94 «Про визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території України, актів санітарного законодавства» та розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 грудня 2017 року № 1022 «Про скасування, визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території України, деяких

актів міністерств, інших центральних органів виконавчої влади з пожежної безпеки, охорони праці та санітарного законодавства» були визнані такими, що втратили чинність деякі акти санітарного законодавства, в тому числі СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» та протоколів засідання комісії з гігієнічного нормування хімічних речовин у воді водоймищ ДП «Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України» від 07.09. 2017 №2 і від 11.12.2019 №2».

Таке розлоге цитування важливе за двома причинами. Перша як підтвердження недолугості українського санітарного законодавства у сенсі безпідставності втрати чинності документу без наявності його заміни. Друга як ознака недосконалості такого законодавства, оскільки впродовж 6 років (із 2016 по 2022) іншого документу не було, за винятком фрагментарного регламенту у двох інших [5, 6].

Це непорозуміння спонукало автора [7] на з'ясування питання, як це робиться в Європі, прагнення до якої не просто декларується, як колись, а є життєво необхідним, як зараз.

З моменту прийняття перших водних директив у 1970-х роках ЄС працював над створенням ефективної та послідовної водної політики для захисту поверхневих вод. Водна рамкова директива (ВРД), яка набула чинності у 2000 році, встановлює рамки для оцінки, управління, захисту та покращення стану водних об'єктів у всьому ЄС. Однак останні огляди показують, що екологічний стан більшості поверхневих вод в ЄС не відповідає вимогам хорошої якості [8].

Зроблено висновок, що близько 40 % європейських поверхневих водних об'єктів перебувають у хорошому або відмінному екологічному стані, при цьому озера та прибережні води мають

кращий стан, ніж річки та канали. Відбулися обмежені зміни в екологічному стані після того, як у 2009 році було повідомлено про перші Плани управління річковими басейнами (RMBP). Проте, у 2027 році всі поверхневі водні об'єкти повинні досягти доброго екологічного стану відповідно до ВРД. Таким чином, органи водного господарства, міністерства та профільні регіональні управління можуть покращити екологічний стан водних об'єктів і оцінити ефективність майбутніх заходів.

Для пошуку конкретних відповідей кілька інститутів у Нідерландах співпрацювали над розробкою програмного інструменту (WFD Explorer) з метою допомогти менеджерам водних ресурсів у виборі ефективних заходів [9]. Це дослідження дозволяє розрахувати вплив заходів з відновлення на екологічну та хімічну якість поверхневих вод. Частиною цього інструменту є модуль біологічної якості на основі техніки комп'ютерного навчання, який розраховує ефективність заходів з відновлення, таких як зміна звивистості потоків або будівництво близьких до природних прибережних зон. Кількісно визначено чотири біологічні елементи якості: фітопланктон, фітобентос (інша водна флора), бентосні безхребетні (макрофауна) і риба.

Ці елементи складають коефіцієнт екологічної якості (EQR). Класи якості ЄС виглядають наступним чином: поганий статус ($0,0 < \text{EQR} < 0,20$), бідний статус ($0,20 < \text{EQR} < 0,40$), помірний статус ($0,40 < \text{EQR} < 0,60$), добрий статус ($0,60 < \text{EQR} < 0,80$) і високий статус ($0,80 < \text{EQR} < 1,00$). EQR, розраховані у відповідності із першим та другим Планами управління річковими басейнами (River Basin Management Plans RBMP), повідомляються Єврокомісії державами-членами та зберігаються в Системі водної інформації для Європи (Water Information System for Europe WISE) [9].

Висновки роботи [9] призвели до реалізації трьох (із одинадцяти) моделей в останньому програмному забезпеченні WFD Explorer, а саме моделей Ranger Random Forest, Regression trees і PUNN. Ці моделі наразі застосовуються компанією Deltares у попередній оцінці планів управління річковими басейнами 3-го покоління ВРД. Програмне забезпечення WFD Explorer є у вільному доступі.

Другий документ — це Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» [10]. У пункті 3 зазначено наступне.

«3. У разі застосування зброї масового ураження або підозри щодо її застосування та забруднення питної води, проводяться дослідження питної води на вміст в ній залишкових концентрацій відповідних забруднюючих речовин за допомогою відповідних засобів розвідки та контролю (набір для тестування води, військовий комплект хімічної розвідки, індикаторний комплекс для аналізу води за методикою Colilert тощо).

Основними хімічними речовинами, що є складовою частиною хімічної зброї, та визначаються у питній воді є іприт, люїзит (похідна миш'яку), ціаністий водень, фосфорорганічні отруйні речовини (зарин, зоман), мікотоксин Т-2 тощо».

Перш за все слід зауважити, що вищезгадані засоби розвідки та контролю призначені для якісної, а не кількісної оцінки вмісту бойових отруйних речовин (БОР). Професійна характеристика цього питання міститься у статті [11]. Автор вважає за доцільне надати наступний фрагмент

«Розширений скринінг, ідентифікація та кількісне визначення БОР та БА у різних середовищах потребують облаш-

тування спеціальних лабораторій. Витрати на створення такої лабораторії можна визначити на рівні 25-30 млн євро. Це досить складне завдання державного рівня». І далі.

«Водоканали не мають сил, засобів, знань, досвіду, прав — взагалі нічого для вирішення такого завдання.

В цілому, з точки зору економічної доцільності, ефективності поділу праці та роботи систем управління завдання визначення та контролю уражаючих агентів у разі можливого застосування зброї масового ураження або техногенних катастроф у навколишньому середовищі, харчових продуктах, кормах, питній воді, біологічних пробах тощо має вирішуватись на державному рівні за допомогою створення спеціалізованих лабораторій у відповідних міністерствах або профільних НДІ. Сьогодні в Україні їх немає зовсім. І буде дуже добре, якщо з'явиться бодай одна.

Поки що можна тільки сподіватися, що у всіх вистачить розуму та людяності не використовувати ЗМУ».

Як тут не згадати доповідь «Проблеми водоканалів и возможные пути их решения» покійного Іллі Олександровича Абрамовича, який з 1991 по 2005 рік був директором науково-дослідного і проектного інституту «УкркомунНДІ-прогрес» (м. Харків). Він не встиг зробити цю доповідь, але вона опублікована у збірнику міжнародної виставки-конгресу «ЕТЕВК-2005» [12]. Фрагмент цитується у попередній статті [1]. Суть його зводиться до того, що регламентація як обґрунтована вимога чогось кращого має сенс тільки тоді, коли створені всі умови, перш за все фінансове, технологічне, інформаційно-аналітичне, лабораторно-інструментальне, інтелектуальне, ментальне (можна ще довго перераховувати) підґрунтя для випуску високоякісної продукції, в нашому випадку чистої питної води.

Красномовною ілюстрацією стану водоканалів України та нових викликів до галузі під час війни є спеціальний випуск журналу «Водопостачання та водовідведення», який має назву «Водоканали під час війни».

У статті президента Асоціації «Укрводоканалекологія» Д.Ю. Новицького [13] у контексті якості води акцентовано увагу на наступному.

«Важливим питанням роботи водоканалів у воєнний період та на час відновлення є вдосконалення нормативно-правової бази. Багато було зроблено від початку війни і до сьогодні, щоб забезпечити сталу роботу підприємств для своєчасної закупівлі матеріалів та реагентів на тлі зруйнованих логістичних ланцюжків, обмежень валютного обігу тощо. Разом із цим розуміємо необхідність змін законодавства для відновлення галузі та її розвитку в майбутньому. Зокрема, нас чекає впровадження Європейських директив, у тому числі нових стандартів щодо якості води. На час війни МОЗ України затвердив ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Але після перемоги ми сподіваємось відбудувати і модернізувати наші водопровідні підприємства таким чином, що вони будуть здатні забезпечувати якість води відповідно до європейських вимог.

Отже, для повноцінного відновлення галузі необхідне бачення конкретних заходів, джерел фінансування, а також чіткого розмежування відповідальності на кожному етапі роботи. Документом, який узагальнить всі напрацювання та план дій, має стати Стратегія розвитку водопровідно-каналізаційної галузі. Робота над стратегією має бути відновлена з урахуванням нових реалій і потреб, які виникли у водоканалів у зв'язку з війною. Ця стратегія має стати невід'ємною частиною загального Пла-

ну відновлення України».

В іншій статті [14] цього випуску журналу зазначено наступне.

«Найгірше, що системні проблеми більшості водоканалів виникли давно. Здебільшого через встановлення тарифів нижче економічно обґрунтованого рівня з політичних міркувань. І в минулому, ще до війни, галузь водопостачання і водовідведення в Україні фінансувалась нижче від потреби.

І якщо головною задачею до війни було не допустити погіршення якості води, наразі мова йде про те, щоб не довести ситуацію до такої, при якій подача води в окремих регіонах взагалі припиниться. Не можна залишати поза увагою той факт, що незабаром деякі водоканали через дефіцит коштів не зможуть закуповувати реагенти. Йдеться про безпрецедентну за масштабами загрозу санітарній безпеці в країні, яка веде війну.

Воєнний час має стати потужним поштовхом для змін на краще. Моментом катарсису, який дозволить закласти позитивні основи на багато років вперед. Адже розвиток галузі водопостачання дасть потужний поштовх іншим галузям економіки в Україні. Зокрема, машинобудівельній галузі, приладобудівній. До порівняння: німецька галузь водопостачання породила цілу індустрію, що виробляє обладнання. Щороку німецькі водоканали роблять замовлення на суму не менше 8 млрд євро» [14].

У цьому сенсі автор вважає корисним згадати свою публікацію десятирічної давнини, а саме тези доповіді «Епідемічна безпечність питної води: основні напрямки досліджень» на XV з'їзді гігієністів України «Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії» (Львів, 20–21 вересня 2012 року) [15].

«Найбільш адекватне вирішення важливих питань якості води та її знезараження на сучасному науковому та

методичному рівні можливе після створення міжвідомчого референтного Національного центру води, як консолідуючого органу залучення всього наукового потенціалу до розв'язання різноманітних завдань, починаючи від гідробіології і закінчуючи впровадженням певних технологій під конкретні проблеми водопостачання та водовідведення. Створення Національного центру води буде сприяти розвитку таких важливих наук як гігієна та екологія водопостачання та водовідведення, впровадженню у практику сучасних методів очищення та знезараження води, спираючись на фундаментальні дослідження її хімічних, фізичних та біологічних властивостей. Результуючою цієї роботи має бути законодавче та нормативне регулювання всіх питань якості води» [15].

Наступною проблемою є затвердження нової редакції Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» 2.2.4-171–10 [16]. За два роки після засідань робочої групи щодо перегляду та доопрацювання цього документу у відповідності із світовими [17] і європейськими [18] вимогами цей документ суттєво перероблено. Зокрема, це стосується рекомендацій автора щодо нормування хлоритів, хлоратів та загального органічного вуглецю.

Однак, думку автора щодо нецільності нормування кремнію не враховано. На початкових засіданнях робочої групи наприкінці 2020 року цей норматив було вилучено, але у напів-остаточній редакції на початку 2021 року він знов з'явився і без змін від першого документу [16] фігурує у ДСанПіН 2.2.4-171-22, який розглянуто на робочій нараді 14 грудня поточного року. Причому знов кремній розглядається як речовина 2 класу небезпеки, яка нормується на рівні d" 10 мг/л у водопровідній воді з поверхневих та підземних джерел та воді у місцях розливу у споживчу тару,

при виробництві фасованої питної води, з пунктів розливу у тару споживача, бюветів.

Ця проблема докладно розглянута автором в окремій книзі [19] та низці публікацій, зокрема статтях [20-23]. Тому доцільніше це розглянути в узагальнюючих висновках.

1. Сучасні технологічні регламенти пом'якшення води, зокрема ДБН В.2.5-74: 2013 [24], не передбачають застосування кремнієвмісних реагентів, що знімає питання про техногенність кремнію у питній воді
2. Проблема природного кремнію для України проблема не є актуальною. Так, за даними провідних гідрохіміків, у більшості поверхневих водних об'єктів України концентрація розчиненого кремнію не перевищує гранично допустимого для питної води, призначену для споживання населенням (d'' 10 мг/л). Тому, воду із таких джерел після відповідної підготовки можна рекомендувати для питного водопостачання.
3. Норматив гранично допустимого вмісту кремнію у воді, наведений у проекті ДСанПіН 2.2.4-171-22, не має достатнього експериментального обґрунтування і не повинен поширюватися на сполуки кремнію природного походження, які постійно присутні у природних водах.
4. Другий клас небезпеки в проекті ДСанПіН 2.2.4-171-22 встановлено для кремнію за формальними ознаками та суперечить незаперечним фактам нетоксичності, некумулятивності та наявності механізму саморегуляції вмісту кремнію в організмі людини.
5. У Рекомендаціях ВООЗ, а також у зарубіжних національних нормативних документах, які регламентують вимоги до хімічного складу питної

води, норматив вмісту кремнію відсутній.

6. З метою внутрішньої гармонізації нормативної бази вітчизняного санітарного законодавства, а також із закордонним законодавством в проекті ДСанПіН 2.2.4-171-22 пропонується анулювати норматив кремнію.

Аналогічна до кремнію доля спіткала магній. На засіданнях робочої групи наприкінці 2020 року автор висловлював сумнів у відповідності такого нормативу, зокрема, так і в цілому показників фізіологічної повноцінності питної води (таблиця 2 проекту ДСанПіН 2.2.4-171-22). Останні фігурують в РФ і РБ, тоді як в міжнародних документах відсутні.

Ця проблема докладно розглянута автором в окремій статті [25]. Тут лише слід зазначити, що з медико-біологічної точки зору нормування магнію є абсолютно безглуздим.

В останньому (2021 рік) огляді літератури (392 джерела) [26] італійські вчені узагальнили відомі сьогодні біохімічні та фізіологічні ефекти магнію. Він є кофактором у всіх реакціях, пов'язаних з використанням та переносом АТФ; необхідний для реплікації ДНК, транскрипції РНК та утворення білків, тобто для контролю клітинної проліферації; індукує проліферацію остеобластів; діє як фізіологічний антагоніст кальцію в клітинах (це вплив на серцево-судинну систему, м'язи і мозок); забезпечує синаптичну передачу та пластичність нейронів у процесі навчання та запам'ятовування; є кофактором для більш ніж 600 та активатором для 200 ферментів.

Наші дослідження показали, що «нетто» спожитого магнію для середнього українця станом на 2021 рік складає 133 мг/добу, а саме третину від нормативних величин відповідно [27].

Окремого розгляду потребує про-

блема «магній і стрес» [28]. Сьогодні Україна знаходиться у стані війни. Населення потерпає від всіх можливих і відомих видів стресу. В цих умовах одним із наслідків є персистуючий дефіцит магнію, обумовлений як його нестачею (кількісною і якісною) в продуктах харчування, так і постійним (більш або менш вираженим) виведенням магнію за рахунок його включення в різні стрес-мінімізуючі реакції.

Тому, слід вважати надзвичайно актуальними не нормування магнію у питній воді, а діагностику магнієвого дефіциту у різних категорій населення України і розробку дієвих заходів мінімізації такого стану.

Висновок

Нормування якості питної води повинне враховувати адекватну оцінку ризиків для здоров'я населення з урахуванням реалій існуючих технологій очищення і знезараження води.

Література

1. Мокиєнко А.В. Качество питьевой воды: обоснованное нормирование или бессмысленная аггравация. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2021. № 4 (66). С. 7-18.
2. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721. Зареєстровано у Міністерстві юстиції України 16 травня 2022 року за № 524/37860. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text>
3. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Утверждено Заместителем министра здравоохранения СССР Главным государственным санитарным врачом СССР А.И. Кондрусевым 4 июля 1988 г. № 4630-88. Режим доступу: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294853/4294853854.htm>
4. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.689-98 Минздрав России Москва 1998. Режим доступу: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294850/4294850950.htm>
5. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України N 173 від 19.06.96. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24 липня 1996 р. за N 379/1404. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
6. Про затвердження Державних санітарних правил розміщення, улаштування та експлуатації оздоровчих закладів. Наказ МОЗ України N 172 від 19.06.96. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24 липня 1996 р. за N 378/140. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0378-96>
7. Мокієнко А.В. Екологічна якість поверхневих вод: аналіз прогнозного моделювання. *Водопостачання та водовідведення*. 2022. №5. С. 32-37.
8. European waters. Assessment of status and pressures. P. Kristensen et al. 2018. EEA report no 7/2018.
9. What drives the ecological quality of surface waters? A review of 11 predictive modeling tools. H. Visser et al. *Water Research*. 2022. V. 208. 117851.
10. Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України 22 квітня 2022 року № 683. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0564-22#Text>.
11. Поліщук А.А. Щодо воєнного ДСанПіН про воду. *Водопостачання та водовідведення*. 2022. №5. С. 11-24.
12. Абрамович І.А. Проблемы водоканалов и возможные пути их решения. Збірка доповідей Міжнародного конгресу «ЕТЕВК-2005». 24-27 травня, м. Ялта, 2005 р. С. 23-26.
13. Новицький Д.Ю. Вода під прицілом: втрасти, ризики та перспективи відбудови водопровідної галузі України. *Водопостачання та водовідведення*. 2022. №4. С. 4-9.
14. Війна — момент катарсису і відправна точка докорінних змін у галузі водопоста-

- чання в Україні. *Водопостачання та водо-відведення*. 2022. №4. С. 16-29.
15. Мокієнко А.В. Епідемічна безпечність питної води: основні напрямки досліджень Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії. Матеріали XV з'їзду гігієністів України. 20-21 вересня 2012 року. Львів: Друкарня ЛНМУ імені Данила Галицького, 2012. С. 512-513.
 16. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" 2.2.4-171-10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року N 400. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
 17. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. 631 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>
 18. Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption of the European Parliament and of the Council. 16 December 2020. Режим доступу: <https://lawthek.eu/detail/d7a5c23d-6ca3-4a5a-b6a2-96e6fd6264b7/en/SINGLE>
 19. Мокиєнко А.В. Кремний в воде. Гигиенические и медико — биологические аспекты. Одесса. «Фенікс». 2020. 206 с.
 20. Мокиєнко А.В. К вопросу о целесообразности нормирования кремния в питьевой воде. *Вода: гигиена и экология*. 2017. №1-4. С. 9-17.
 21. Мокиєнко А. В. Кремний в воде: от токсичности к эссенциальности. *Вісник морської медицини*. 2020. №4 (89). С. 129-135.
 22. Мокиєнко А. В., Бабиєнко В. В. Кремний как биологически активный компонент минеральных вод. *Вісник морської медицини*. 2021. №1 (90). С. 74-80.
 23. Мокиєнко А. В., Бабиєнко В. В. Кремний в питьевой воде: ретроспективы нормирования и перспективы лечения. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2021. № 1 (63). С. 14-30.
 24. ДБН В.2.5-74: 2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Затв. наказами Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 р. № 133 та від 28.08.2013 р. № 410. Чинні з 01-01-2014 р. Київ. 2013. 301 с.
 25. Мокиєнко А.В. Магний в питьевой воде: гигиенические и медико-биологические аспекты. *Вода: гигиена и экология*. 2018. №1-4. С. 3-10.
 26. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. D. Fiorentini, C. Cappadone, G. Farruggia, C. Prata. *Nutrients*. 2021. V. 13 (4). 1136.
 27. Характеристика вмісту магнію в продуктах харчування та рівнів його надходження в організм. В.В. Бабиєнко та ін. *Актуальные проблемы транспортной медицины*. 2022. № 3 (69). С. 27-38.
 28. Cuciureanu M. D., Vink R. Magnesium and stress. Magnesium in the Central Nervous System [Internet]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507250/#ch19>.

References

1. Mokienko A.V. Drinking water quality: reasonable rationing or senseless aggravation. *Actual problems of transport medicine*. 2021. No. 4 (66). pp. 7-18.
2. Hygiene standards for the quality of water in water facilities for the satisfaction of drinking, state-owned and other needs of the population. Approved by Order of the Ministry of Health of Ukraine on May 02, 2022 No. 721. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 16, 2022 No. 524/37860. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text>
3. Sanitary rules and norms for the protection of surface waters from pollution. Approved by the Deputy Minister of Health of the USSR Chief State Sanitary Doctor of the USSR AI. Kondrusev July 4, 1988 No. 4630-88. Access mode: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294853/4294853854.htm>
4. Maximum allowable concentrations (MPC) of chemicals in the water of water bodies for drinking and domestic water use. Hygienic standards. GN 2.1.5.689-98 Ministry of Health of Russia Moscow 1998. Access mode: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294850/4294850950.htm>
5. On the approval of the State sanitary rules for the planning and development of

- settlements. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 173 dated 19.06.96. Registered in the Ministry of Justice of Ukraine on July 24, 1996 under N 379/1404. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
6. On the approval of the State Sanitary Rules for the placement, arrangement and operation of health facilities. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 172 dated 19.06.96. Registered in the Ministry of Justice of Ukraine on July 24, 1996 under N 378/140. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0378-96>
 7. Mokienko AV. Ecological quality of surface waters: analysis of predictive modeling. *Water supply and drainage*. 2022. No. 5. P. 32-37.
 8. European waters. Assessment of status and pressures. P. Kristensen et al. 2018. EEA report no 7/2018.
 9. What drives the ecological quality of surface waters? A review of 11 predictive modeling tools. H. Visser et al. *Water Research*. 2022. V. 208. 117851.
 10. State sanitary norms and rules "Safety indicators and separate indicators of the quality of drinking water in conditions of martial law and emergency situations of a different nature." Approved by Order No. 683 of the Ministry of Health of Ukraine on April 22, 2022. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0564-22#Tex>.
 11. Polishchuk A.A. Regarding the military DSanPiN on water. *Water supply and drainage*. 2022. No. 5. P. 11-24.
 12. Abramovich I.A. Problems of water utilities and possible solutions. Collection of dopovidey of the International Congress "ETEVK-2005". May 24-27, Yalta, 2005 pp. 23-26.
 13. Novytsky D.Yu. Water under the crosshairs: losses, risks and prospects for rebuilding the water supply industry of Ukraine. *Water supply and drainage*. 2022. No. 4. P. 4-9.
 14. The war is a moment of catharsis and a starting point for fundamental changes in the water supply industry in Ukraine. *Water supply and drainage*. 2022. No. 4. P. 16-29.
 15. Mokienko AV. Epidemic safety of drinking water: main directions of research Hygienic science and practice: modern realities. Materials of the XV congress of hygienists of Ukraine. September 20-21, 2012. Lviv: Danylo Halytskyi LNMU Printing House, 2012. P. 512-513.
 16. On the approval of State sanitary norms and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption" 2.2.4-171-10. Order of the Ministry of Health of Ukraine dated May 12, 2010 No. 400. Registered in the Ministry of Justice of Ukraine on July 1, 2010 under No. 452/17747. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text/>
 17. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. 631 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>
 18. Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption of the European Parliament and of the Council. 16 December 2020. Режим доступу: <https://lawthek.eu/detail/d7a5c23d-6ca3-4a5a-b6a2-96e6fd6264b7/en/SINGLE>
 19. Mokienko AV. Silicon in water. Hygienic and medical — biological aspects. Odessa "Phoenix". 2020. 206 p.
 20. Mokienko A.V. On the question of the expediency of rationing silicon in drinking water. *Water: hygiene and ecology*. 2017. No. 1-4. pp. 9-17.
 21. Mokienko A V. Silicon in water: from toxicity to essentiality. *Bulletin of marine medicine*. 2020. No. 4 (89). pp. 129-135.
 22. Mokienko AV, Babienko VV Silicon as a biologically active component of mineral waters. *Bulletin of marine medicine*. 2021. No. 1 (90). pp. 74-80.
 23. Mokienko A V., Babienko V. V. Silicon in drinking water: retrospectives of rationing and prospects for treatment. *Actual problems of transport medicine*. 2021. No. 1 (63). pp. 14-30.
 24. DBN V.2.5-74: 2013 Water supply. External networks and structures. Basic provisions of design. Approval by the orders of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated 04/08/2013 No. 133 and 08/28/2013 No. 410. Valid since 01-01-2014 Kiev. 2013. 301 p.
 25. Mokienko AV. Magnesium in drinking water: hygienic and biomedical aspects. *Water: hygiene and ecology*. 2018. No. 1-4. pp. 3-

- 10.
26. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. D. Fiorentini, C. Cappadone, G. Farruggia, C. Prata. *Nutrients*. 2021. V. 13 (4). 1136.
27. Characterization of magnesium content in food products and levels of its entry into the body. V.V. Babienko et al. *Actual problems of transport medicine*. 2022. No. 3 (69). P. 27-38.
28. Cuciureanu M. D., Vink R. Magnesium and stress. Magnesium in the Central Nervous System [Internet]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507250/#ch19>.

*Вперше надійшла до редакції 17.09.2022 р.
Рекомендована до друку на засіданні
редакційної колегії після рецензування*