

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО
ЗДОРОВ'Я ІМ. О.М. МАРЗЄЄВА НАМНУ»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЗОРІНА ОЛЕСЯ ВІКТОРІВНА

УДК 614:339.924

ДИСЕРТАЦІЯ
ГІГІЄНИЧНІ ПРОБЛЕМИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ
ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

14.02.01 – гігієна та професійна патологія
(біологічні науки)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. В. Зоріна

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант: **Прокопов В'ячеслав Олександрович,**

Заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Київ - 2019

АНОТАЦІЯ

Зоріна О. В. Гігієнічні проблеми питного водопостачання України та шляхи їх вирішення в умовах євроінтеграції. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 14.02.01 «гігієна та професійна патологія» (біологічні науки) – ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ», Київ, 2019.

У дисертаційній роботі на підставі узагальнення результатів наукового аналізу сучасного стану питного водопостачання, якості води р. Дніпро – основного джерела водопостачання в Україні, ефективності наявних і нових технологій та реагентів для очищення питних вод, гігієнічної оцінки всіх видів питної води, що споживається населенням, порівняльної оцінки нормативних документів у цій сфері України, ЄС та інших країн запропоновано напрямки удосконалення питного водопостачання в країні в умовах євроінтеграції з метою збереження життя та здоров'я людей. Науково обґрунтовано пріоритетні гігієнічні проблеми у галузі водопостачання та якості питної води і визначено шляхи їх вирішення, спрямовані на удосконалення нормування, очищення, контролю та оцінки якості питних вод, моніторингу і прийняття управлінських рішень із питань водозабезпеченості та водоспоживання населення.

Проаналізовано результати досліджень якості води р. Дніпро, що є основним джерелом питного водопостачання України, за показниками, що характеризують вміст пріоритетних органічних та біогенних речовин. Встановлено, що високі концентрації органічних речовин за хімічним споживанням кисню (ХСК) виявлялися у всі роки спостережень у всіх пунктах відбору проб води. З-поміж досліджених проб води найменші середні концентрації ХСК ($p < 0,001$) визначалися біля питного водозабору м. Запоріжжя ($24,049 \pm 0,288$ мг/л) та далі нижче за течією Дніпра майже на цьому ж рівні. На підставі проведеної оцінки якості річкової води за показниками, що впливають на ризик її «цвітіння», виявлено, що найгіршою вона є в зоні Середнього Дніпра (Кам'янського водосховища біля м. Горішні Плавні), де

інтегральний екологічний показник у 7 разів більший за мінімальний (у пониззі р. Дніпро). Кластерний аналіз дозволив виявити пункти відбору проб із схожою якістю води (пункти 7 та 8), а також показники якості річкової води із подібними закономірностями змін значень (ХСК та кольоровість). Розрахунок математичної моделі динаміки ХСК залежно від сезону року дозволив виявити максимальний пік цього показника ($p < 0,001$) у першу декаду серпня. Для проведення інтегральної оцінки якості природних та питних вод водопровідних станцій у просторово-часовому розрізі використано методику із застосуванням коригувальних коефіцієнтів, що враховують пріоритетність різних показників та груп показників (відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною») між собою у аспекті впливу на здоров'я. Описано динаміку комплексних показників якості вихідної та питної води шести водопровідних станцій, що використовують дніпровську воду для виробництва питної. Результати досліджень демонструють залежність якості питної води від місця розташування водозабору вздовж русла Дніпра та вплив на неї технологічних рішень очищення, а також транспортування великими водоводами. Отже, науково обґрунтовано підходи до удосконалення системи комплексного моніторингу поверхневих та питних вод, що дозволять оптимізувати цей процес, показано наявність високого вмісту фосфатів, заліза, марганцю та органічних речовин у воді р. Дніпро у просторово-часовому розрізі, що свідчить про природне та антропогенне забруднення води і призведе до потенційних проблем із забрудненням водопровідних питних вод, виготовлених із дніпровської води.

У роботі узагальнено дані про технології водопідготовки, що використовуються на дніпровських водопровідних станціях, та їх ефективності. Встановлено, що традиційні технології водоочищення на водопровідних станціях, де використовують воду р. Дніпро, відрізняються різними спорудами для її освітлення, засипками для швидких фільтрів, реагентами для флокуляції та коагуляції, знезаражувальними засобами і у всіх варіантах технологічних рішень не завжди забезпечують нормативну ефективність очищення природної води до вимог питної насамперед від органічних речовин. У вихідній воді водопровідних станцій середня

концентрація органічних речовин за ХСК до 1,5-2,0 разів більша за максимально можливу (15 мг/л), розраховану на використання традиційної технології водоочищення, при цьому максимальна концентрація перманганатної окиснюваності у питній воді при нормі 5 мг/л сягає до 3 ГДК. У дніпровських питних водах у понаднормативних концентраціях серед санітарно-хімічних було виявлено 9 «індикаторних» показників згідно з Директивою 98/83/ЄС, з-поміж яких найпроблемнішим є перманганатна окиснюваність, та 8 показників, що не відносяться до «індикаторних», з-поміж яких 5 санітарно-токсикологічні. Чинниками невідповідної якості водопровідної питної води є природне та/або антропогенне забруднення води р. Дніпро та/або недосконалі технології водоочищення, що застосовуються на водопровідних станціях. Отже, використання традиційних технологій у сучасних умовах формує низку ризиків впливу на здоров'я споживачів водопровідної питної води, які потребують мінімізації шляхом впровадження ефективного законодавства щодо захисту вододжерел від забруднень та впровадження інноваційних технологій водоочищення на водопровідних станціях.

Дана позитивна гігієнічна оцінка новітньої технології із застосуванням реагентного (первинне хлорування гіпохлоритом натрію, коагуляція, заключне знезараження), механо-сорбційного (фільтри з антрацитом та кварцевим піском, а також з піском та вугіллям) та нанофільтраційного очищення поверхневої солонуватої води (мінералізацією до 2 г/л), що може застосовуватися в умовах водопровідної станції та забезпечує демінералізацію води за сухим залишком (на 63 %), загальною жорсткістю (на 85 %), марганцем (на 97 %) та сульфатами (на 98 %), а також зниження у питній воді перманганатної окиснюваності (на 78 %).

З'ясовано в лабораторних дослідженнях ефективність та безпечність використання різних за складом солей полігексаметиленгуанідину (хлорид, фосфат, хлорид+фосфат) у різних дозах, що відповідають дозам традиційних коагулянтів (10; 15 мг/л) та флокулянтів (0,5; 1,0; 3,0 мг/л). Реагенти на основі полігексаметиленгуанідину за ефективністю стосовно поліпшення гідрохімічних показників не відрізняються від традиційних флокулянтів (Floguat DB 45SSH,

Floguat FL 45 C, Магнафлок LT-27), але, на відміну від них, проявляють антимікробну активність (найбільша у ПГМГ-ГХ+Ф), що не поступається хлорному вапну. Лише при дозах солей полігексаметиленгуанідину на рівні 0,5-1,5 мг/л їх залишкова концентрація у відстояній воді була стабільно нижчою за гігієнічний норматив (0,1 мг/л). Доведено, що у разі використання зазначених реагентів разом із коагулянтами після відстоювання та фільтрування питної води через піщаний фільтр дозу можливо збільшити у 2 рази. В 6-місячному хронічному санітарно-токсикологічному експерименті встановлено, що споживання білих щурів питною водою, підготовленою з поверхневої води за традиційною водоочисною технологією з використанням полігексаметиленгуанідину (хлорид, хлорид+фосфат) в якості флокулянтів (залишкові концентрації полігексаметиленгуанідину у воді не визначались або були суттєво менші за ГДК – 0,1 мг/л) не впливає на загальний стан піддослідних тварин та не призводить до змін гематологічних, імунологічних та біохімічних показників, а в ролі коагулянтів (залишкові концентрації полігексаметиленгуанідину у воді виявлялися на рівнях, еквівалентних 1 та 5 ГДК відповідно) чинить токсичний вплив на організм. Доведено можливість використання в технології очищення поверхневих вод зазначених реагентів як флокулянтів (доза – 1,0-3,0 мг/л у разі використання разом із коагулянтами дозами – 40-60 мг/л), що можуть стати альтернативою хлору на етапі первинної їх обробки в процесі водопідготовки. На підставі проведених лабораторних та натурних досліджень в умовах водопровідних станцій обґрунтовано гігієнічні рекомендації безпечного застосування солей полігексаметиленгуанідину як флокулянтів у традиційній технології підготовки питної води з поверхневих водойм.

У зв'язку із використанням застарілих технологій водоочищення на водопровідних станціях та посилення вимог до якості питної води у 2015 р. на фоні інтенсивного забруднення вододжерел питома вага нестандартних проб питної води упродовж 2012-2016 рр. збільшилася у 1,4 та 2,3 разів відповідно та в середньому по країні за санітарно-хімічними показниками становила 18,4 %, за бактеріологічними – 6,4 %. Найбільшу частоту відхилень якості водопровідної питної води від гігієнічних нормативів виявлено для органолептичних показників

(майже 50 %), що є «індикаторними» згідно з Директивою 98/83/ЄС. Питома вага проб питних вод, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-токсикологічними показниками, становить 53,7 % переважно завдяки хлороформу – 36,6 % та нітратам – 4,9 %. Кількість нестандартних проб води із споруд нецентралізованого питного водопостачання (колодязів, каптажів джерел та індивідуальних свердловин) за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками більша, ніж із систем централізованого питного водопостачання у 1,8 та 3,6 разів відповідно. Проблеми у сфері централізованого питного водопостачання є у всіх регіонах України та суттєво не вирішуються упродовж багатьох десятиліть, а в умовах євроінтеграції висвітлюються пріоритетні, що потребують першочергового вирішення: впровадження нових підходів із знезараження води з метою підвищення її ефективності та мінімізації вмісту побічних продуктів дезінфекції, а також поліпшення її якості за вмістом мінеральних речовин. Однією із суттєвих проблем у галузі водопостачання є також низька забезпеченість сучасним обладнанням випробувальних лабораторій, що на сьогодні не дозволяє провести моніторинг якості питних вод у повному об'ємі згідно з вимогами українського та європейського законодавства.

Шляхом анкетного опитування населення різних областей України доведено відсутність в Україні наявного механізму інформування споживачів щодо якості водопровідної якості питної води. Незважаючи на результати наших досліджень щодо широкого спектру проблемних показників якості водопровідних питних вод, 99 % респондентів під час її оцінки спираються лише на показники, що характеризують її якість за допомогою органів чуття (зір, нюх, смак). Розроблено основні уніфіковані форми для інформування споживачів у разі заборони або обмеження використання водопровідної питної води, систематизовано умови надання інформації споживачам, запропоновано алгоритми прийняття управлінських рішень для інформування споживачів водопровідної питної води про її якість та стан питного водопостачання, що мають свої відмінності у разі понаднормативного вмісту 3-х різних груп показників («індикаторні», епідемічної безпеки (крім «індикаторних») та інші показники).

Показано, що з-поміж досліджених проб питної води поліпшеної якості, що розливається з комерційною метою (фасованих, з пунктів розливу) або відбирається з бюветів міста Києва, не відповідають гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками 57 % та 48 % відповідно. Згідно з українським та європейським законодавством найпроблемнішими показниками у природних артезіанських бюветних водах є каламутність (до 10,1 ГДК) та інші органолептичні показники, що обумовлено конструкційними особливостями інженерної споруди та свідчить про необхідність кип'ятіння бюветної води перед її споживанням. У фасованій питній воді та з пунктів розливу найчастіше виявляють понаднормативний вміст: хлороформу (до 18 ГДК, норматив – 6 мкг/л) та/або сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л), ПО (до 22 ГДК) (у фасованих та з пунктів розливу, що виготовляються з водопровідних вод із поверхневих джерел); кремнію (до 3,8 ГДК) або сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л) (у фасованих та з пунктів розливу, що виготовляються з підземних вододжерел). До невідповідної якості питної води фасованої та з пунктів розливу комерційного призначення призводить понаднормативний вміст органічних та мінеральних речовин, а отже: забруднення вихідних вод, відсутність попереднього моніторингу якості вихідних вод згідно з вимогами законодавства, професійного підбору обладнання, державного контролю якості питних вод та порушення санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Порівняльний аналіз чинних українського та європейського нормативних документів з якості питної води виявив основні розбіжності у: сфері застосування документів, переліку регламентованих показників якості питної води та їх нормативах; правилах з організації відбору проб для визначення якості питної води; порядках оцінки якості питної води за «індикаторними» показниками й інформування споживачів щодо стану питного водопостачання та якості питної води.

Керуючись принципами Директиви 98/83/ЄС та на підставі проведених в дисертаційній роботі досліджень, запропоновано: поновлений перелік показників якості питної води для нової редакції національного нормативного документа; критерії, що слід брати до уваги у разі корегування нормативів для «індикаторних»

показників; методичні підходи до корегування у питних водах, що виготовляються з поверхневих джерел, нормативу перманганатної окиснюваності; поновлені періодичність виробничого контролю щодо якості водопровідної питної води та класифікації питних вод привізних і поліпшеної якості. Розроблено концепцію гармонізації вітчизняної нормативної бази щодо якості питної води з європейськими стандартами, що була трансформована у проєкт нової редакції відповідних ДСанПіН, які знаходяться на затвердженні в МОЗ України.

Ключові слова: дніпровська вода, технології водопідготовки, полігексаметиленгуанідин, централізоване та нецентралізоване водопостачання, токсикологічний експеримент, питна вода, нормативне забезпечення.

SUMMARY

Zorina O. V. The hygienic problems of drinking water supply of Ukraine and the ways for their solution under conditions of the European integration. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences, specialty 14.02.01 «Hygiene and Occupational Pathology» (Biological Sciences) – State Institution «O.M. Marzheiev Institute for Public Health, NAMSU», Kyiv, 2019.

In the dissertation, the directions for the improvement of drinking water supply in the country under conditions of the European integration in order to save lives and health of people are proposed on the basis of the generalization of the results of the scientific analysis of the current state of drinking water supply, water quality of the Dnipro river - the main source of water supply in Ukraine, the efficiency of existing and new technologies and reagents for the purification of drinking water, the hygienic evaluation of all types of drinking water consumed by the population, the comparative evaluation of the normative documents in this sphere in Ukraine, the EU, and other countries. Topical hygienic problems in the sphere of water supply and drinking water quality have been scientifically substantiated and the ways for their solution aimed at the improvement of the normalization, purification, control, and evaluation of drinking water quality, monitoring,

and management decisions on water supply and water consumption of the population have been determined.

The results of the investigations of the water quality of the Dnipro river, the main source of drinking water supply in Ukraine, have been analyzed according to the indicators characterizing the content of topical organic and biogenic substances. The high concentrations of the organic substances by COC were established to be revealed in all points of water sampling in all years of the observation. Among the tested water samples, the lowest average COC concentrations ($p < 0.001$) were determined near the drinking water intake in Zaporizhzhia and further down the Dnipro river on almost the same level. On the basis of the assessment of river water quality by the indicators, affecting the risk of its "flowering", the water quality was determined to be the worst in the area of the Middle Dnipro (Kamianka water reservoir near the town of Horishni Plavni), where the integrated environmental indicator is over 7-fold than the minimum one (at the bottom of the Dnipro river). The cluster analysis revealed the sampling points with similar water quality (points 7 and 8), as well as river water quality indicators with similar patterns of values' changes (COC and colour index). The calculation of the mathematical model of the COC dynamics, depending on the season of the year, revealed the maximum peak of this index ($p < 0.001$) in the first decade of August. For the integral assessment of the quality of natural and drinking water of water pipe-line stations in space-time section, a technique with the application of the correction coefficients, taking into account the priority of different indicators and groups of indicators (in accordance with SSanRN 2.2.4-171-10 "Hygienic requirements to drinking water for human consumption") among themselves in terms of health effects was used. The dynamics of the complex indicators of the quality of the source and drinking water of six water pipe-line stations using the Dnipro water for the production of drinking water has been described. The results of the research show a dependence of drinking water quality on the location of the water intake along the Dnipro river-bed and the impact of technological solutions of the treatment on it, as well as a transportation by large water conduit. Therefore, the approaches to the improvement of the system of integrated monitoring of surface and drinking water have been scientifically substantiated. These approaches will optimize this process. The high content of phosphates,

iron, manganese, and organic substances in the water of the Dnipro river in the spatial-temporal section is demonstrated, it indicates natural and anthropogenic water pollution and leads to the potential pollution problems with tap water produced from the Dnipro water.

The work summarizes the data on water treatment technologies used at the Dnipro water pipe-line stations and their efficiency. The traditional technologies of water purification at the water pipe-line stations, using the water from the Dnipro river, have been established to distinguish in different structures for its illumination, backfill for quick filters, reagents for flocculation and coagulation, disinfectants and to do not always ensure the standard purification of the natural water to the requirements of drinking water, first of all, from organic substances in all variants of technological solutions. In the source water of water pipe-line stations, the average concentration of organic substances by COC is over up to 1.5-2.0-fold than the maximum possible one (15 mg/l) based on the use of the traditional water purification technology, at the same time the maximum concentration of permanganate oxidation in drinking water reaches up to 3 MPC at the norm of 5 mg/l up. In the Dnipro drinking water, 9 “indicator” indices, according to the Directive 98/83/EC, were found in the excess concentrations of sanitary chemicals, permanganate oxidation is the most problematic among them and 8 indicators that are not related to “indicator” ones, 5 of them are sanitary toxicological. The natural and /or anthropogenic water pollution of the Dnipro river and / or imperfect water purification technologies used at the water pipe-line stations are the factors of the unappropriate quality of tap water. Therefore, the use of the traditional technologies under modern conditions forms a number of risks to the health of the consumers of tap water which need to be minimized through the introduction of the effective legislation on the protection of water sources from pollution and the introduction of innovative technologies of water treatment at the water pipe-line stations.

There is a positive hygienic evaluation of the latest technology using reagent (primary chlorination with sodium hypochlorite, coagulation, final disinfection), mechanical-and-sorption (filters with anthracite and quartz sand, as well as with sand and coal), and nanofiltration purification of surface brackish water (by mineralization up to 2 g/l), which can be used under conditions of the water-pipe station and provides

demineralization of water by dry residue (by 63 %), total rigidity (by 85 %), manganese (by 97 %), and sulfates (by 98 %), and a decrease of permanganate oxidation in drinking water (by 78%).

The efficiency and safety of the use of different salts of polyhexamethyleneguanidine (PHMG) (chloride, phosphate, chloride + phosphate) in different doses, corresponding to the doses of the traditional coagulants (10; 15 mg/l) and flocculants (0.5; 1.0; 3.0 mg/l), have been established in the laboratory investigations. By the efficiency in the improvement of hydrochemical parameters, the reagents based on polyhexamethyleneguanidine do not differ from the traditional flocculants (Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C, Magnaflock LT-27), but, in contrast, they have antimicrobial activity, the highest activity among them has polyhexamethyleneguanidine- hydrochloride + phosphate, it doesn't compare unfavourably with chlorine lime. Only at the doses of polyhexamethyleneguanidine salts on the level of 0.5-1.5 mg /l their residual concentration in the precipitated water was consistently lower than the hygienic standard (0.1 mg/l). A dose was proved to be increased twice in case of the use of these reagents together with coagulants after precipitation and filtration of drinking water through the sand filter. It was determined in the 6-month chronic sanitary-and-toxicological experiment that watering of white rats with drinking water prepared from the surface water with the help of the traditional water treatment technology using PHMG (chloride, chloride + phosphate) as flocculants (residual concentrations of PHMG in water were not determined or were significantly less than the MPC - 0.1 mg/l) didn't affect the general status of the experimental animals and didn't lead to the changes in hematological, immunological, and biochemical parameters, and as coagulants (residual concentrations of PGMG in water were detected at the levels of 1 and 5 MPC, respectively) had a toxic effect on the organism. The possibility of the use of these reagents as flocculants in the surface water purification technology (doses - 1.0-3.0 mg/l in case of the use together with coagulant doses of 40-60 mg/l) has been proved. These reagents can become an alternative to chlorine at the primary stage of water treatment. The hygienic recommendations for the safe use of polyhexamethyleneguanidine salts as flocculants in the traditional technology

for the preparation of drinking water from surface water have been substantiated on the basis of the laboratory and field investigations under conditions of water pipe-line stations.

Due to the use of outdated technologies of water purification at the water pipe-line stations and toughening of the requirements to drinking water quality in 2015, against the background of the intensive pollution of water sources, the share of non-standard drinking water samples increased 1.4- and 2.3-fold during 2012-2016, respectively, the national average was 18.4 % for sanitary-and-chemical indicators and 6.4 % for bacteriological ones. The highest frequency of the deviations in the quality of tap water from the hygienic standards was revealed for organoleptic parameters (almost 50 %), which are the “indicative” ones according to the Directive 98/83/EC. The proportion of drinking water samples with the insufficient sanitary-and-toxicological parameters makes up 53.7 %, mainly due to chloroform - 36.6 % and nitrates - 4.9 %. By sanitary-and-chemical and bacteriological indicators, the number of non-standard samples of water from non-centralized drinking water supply facilities (wells, springs, and individual wells) is larger over 1.8- and 3.6-fold than from the systems of centralized drinking water supply, respectively. There are the problems in the sphere of centralized drinking water supply in all regions of Ukraine and they have not been solved for many decades, and in the context of the European integration, the topical problems are highlighted, they need immediate solution: introduction of the new approaches to the disinfection of water in order to increase its efficiency and the minimization of the content of by-products of disinfection, as well as improvement of its quality by the content of mineral substances. One of the significant problems in the field of water supply is also a low availability of modern equipment for testing laboratories, which, today, does not make it possible to monitor the quality of drinking water in full compliance with the requirements of the Ukrainian and the European legislation.

By means of the questionnaire survey of the population in different regions of Ukraine, the absence of the current reporting mechanism for the consumers about drinking water quality in Ukraine has been proved. In particular, although according to the results of our research, the range of the problematic indicators of the quality of tap water is quite high, 99 % of the respondents rely only on the indicators characterizing its quality with the

help of organs of perception (sight, smell, taste) at its estimation. The basic unified forms for the reporting of the consumers in case of the prohibition or restriction of the use of tap drinking water have been developed; the conditions for providing information to the consumers have been systematized; algorithms for making management decisions for informing the consumers of tap drinking water about their quality and the state of drinking water supply that have differences in case of the excess of 3 different groups of indicators («indicator», epidemic safety (except «indicator») and other indices) have been proposed.

It is shown that 57 % and 48 % of the investigated samples of drinking water of improved quality, sampled for commercial purposes (bottled, from bottling points) or selected from the pump-rooms of Kyiv, respectively, do not meet the hygienic requirements by the sanitary-and-chemical indicators. According to the Ukrainian and the European legislation, turbidity (up to 10.1 MPC) and other organoleptic characteristic are the most problematic indicators in artesian pump-room water, which is due to the structural features of the engineering structure and indicates the need of water boiling before its consumption. In bottled drinking water and water from bottling points, the excess content of chloroform (up to 18 MPC, standard - 6 µg/l) and/or dry residue (at a concentration <100 mg/l), PO (up to 22 MPC) (in bottled and from bottling points made from tap water from surface sources); silicon (up to 3.8 MPC) or dry residue (at a concentration <100 mg/l) (in bottled and from bottling points made from tap water of underground water sources) is observed more often. An inappropriate quality of bottled drinking water and water from bottling points for commercial purpose is caused by the excess levels of organic and mineral substances, i.e. pollution of source water, lack of preliminary monitoring of the quality of source water in accordance with the requirements of the legislation, professional selection of the equipment, state control of drinking water quality, and violations of sanitary-and-hygienic conditions of production.

The comparative analysis of the current Ukrainian and the European standards for drinking water quality revealed the major differences in: the sphere of the use of the document, the list of regulated indicators for drinking water quality and their standards; the rules on the organization of sampling for the determination of the quality of drinking water; procedures for the assessment of drinking water quality by “indicator” indices and

informing of the consumers about the state of drinking water supply and drinking water quality.

Based on the principles of the Directive 98/83/EC and on the basis of the research, carried out in the dissertation, the following was proposed: updated list of drinking water quality indicators for the new version of the national regulatory document; the criteria to be taken into account when adjusting standards for “indicator” parameters; methodological approaches to the correction in drinking water made of surface sources, standard of permanganate oxidation; updated periodicity of the production control on the quality of tap water and the classification of imported water and water of improved quality drinking water. The concept of the harmonization of the national regulatory framework for drinking water quality with the European standards, transformed into a draft of the new version of the relevant SSanRN (it is being approved at the Ministry of Public Health of Ukraine), has been developed.

Keywords: the Dnipro water, water treatment technologies, polyhexamethyleneguanidine, centralized and non-centralized water supply, toxicological experiment, drinking water, regulatory support.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

– у наукових періодичних фахових виданнях:

1. Прокопов В. О., Загайський С. І., Зоріна О. В. Гігієнічні проблеми якості питної води, що видобувається із підземних джерел // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 49. С. 45-50.
2. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Розробка проекту ДСанПіН „Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю” – шлях до поліпшення якості фасованої питної води // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 50. С. 49-54.
3. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Соболев В. А. Современное состояние и нормативное обеспечение централизованного водоснабжения Украины // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 86-95.

4. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання вдосконалення ДСанПіН на питну воду централізованого господарсько-питного водопостачання // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2009. Вип. 53. С. 67-73.

5. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М. Основні підсумки досліджень, виконаних в рамках науково-дослідних робіт за Загальнодержавною програмою «Питна вода України» // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 55. С. 71-80.

6. Зоріна О. В. Основні особливості нового проекту державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 56. С. 95-99.

7. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Протас С. В., Ляшко В. К. Зміни та доповнення до ДСанПіН 2.2.4-171-10 „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” – шлях до вдосконалення нормативного документу // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2011. Вип. 58. С. 71-77.

8. Зоріна О. В. Імплементация в Україні Директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 63. С. 85-93.

9. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Левицька А. П. Гігієнічна оцінка використання на водопровідній станції в технології водопідготовки полімерного флокулянту «ВАЛЕУС» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 64. С. 97-102.

– *у наукових періодичних фахових виданнях,*

які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

10. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Інтегральна оцінка якості вод річки Дніпро з визначенням радіаційної активності у місцях питних водозаборів та питних водопровідних станцій // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології : зб. наук. пр. К., 2018. Вип. 23. С. 82-95.

11. Зоріна О. В. Результати гігієнічної оцінки якості водопровідної питної води України та новий порядок інформування споживачів // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 1 (51). С. 38-47.

12. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Результати моніторингу якості дніпровської води щодо органічних та біогенних речовин // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 2 (52). С. 42-54.
13. Zorina O. V., Buzynnyi M. G., Gorval A. K. Scientific substantiation of the conceptual approaches to the development of new programmes for drinking water quality monitoring // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2019. Вип. 3 (57) С. 26-35.
14. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод фасованих і доочищених з пунктів розливу за санітарно-хімічними показниками // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 2 (11). С. 9-15.
15. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 3 (12). С. 33-39.
16. Зоріна О. В., Протас С. В. Гігієнічна оцінка якості поверхневих питних вод України за санітарно-хімічними показниками та удосконалення науково-методичних підходів до їх оцінки з урахуванням вимог європейського законодавства // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 4 (13). С. 4-11.
17. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування можливості використання Дніпровського водосховища в якості джерела питного водопостачання ПАТ «Запоріжсталь» у сучасних умовах // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 10. № 1-2. С. 64-72.
18. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Еколого-гігієнічна оцінка якості дніпровської води з використанням методів інтегрального оцінювання та кластерного аналізу // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 11. № 3-4. С. 32-40.
19. Зоріна О. В. Наукові аспекти забезпечення населення привізними питними водами // Екологія та ноосферологія. 2018. № 29(1). С. 42-46.
20. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Липовецька О. Б., Куліш Т. В., Соболев В. А. Внесок науковців ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» у вирішення актуальних питань гігієни водопостачання та якості питної води в Україні //

Довкілля та здоров'я. 2018. № 86. С. 30-38.

21. Зорина О. В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 2 (87). С. 29-35.

22. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування розробленого порядку інформування споживачів питної води // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 3 (88). С. 22-26.

23. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод нецентралізованого питного водопостачання та удосконалення нормативно-правового регулювання у цій сфері // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 2 (72). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10631/9348>.

24. Зоріна О. В. Наукові аспекти удосконалення законодавства у сфері питних вод фасованих і доочищених з пунктів розливу // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 3 (73). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10806/9450>.

– *в інших виданнях:*

25. Прокопов В. О., Зорина О. В., Кузьминец О. Н. Централизованное питьевое водоснабжение населения Украины: гигиенический анализ ситуации // Водопостачання та водовідведення. 2008. Спецвипуск. С. 18-24.

26. Зоріна О. В. Сучасні методи знезаражування води // Монтаж + Технологія. 2008. № 2. С. 34-36.

27. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Санітарна охорона водойм // Екологічна енциклопедія / Всеукраїнська екологічна ліга. К., 2008. Т. 3 (0-Я). С. 220-221.

28. Зоріна О. В. Нові ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та актуальні питання в сфері питного водопостачання шкіл : зведений звіт за проектами «ВЕГО» «МАМА-86». Київ, 2010. С. 59-60. URL : <http://archive.mama-86.org/images/stories/publications/voda-sanitaria-for-schools-web.pdf>.

29. Зоріна О. В. Нормативно-правове забезпечення в сфері питного

водопостачання в Україні // СЕС і профілактична медицина. 2011. № 3. С. 14-17.

30. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Соболев В. А. Аналіз ситуації щодо виробництва фасованої питної води в Україні // Екологічний вісник. 2011. № 4. С. 18-19.

31. Зоріна О. В. Якість води // AQUA парк. 2014. № 20. С. 38-41.

32. Зоріна О. В. Что стоит за новым стандартом качества воды: мнения экспертов // Вода и водоочистные технологии. 2015. № 1-2. С. 19.

33. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання організації питного водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій // Водопостачання та водовідведення. 2015. № 4. С. 16-17.

34. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Зоріна О. В. та ін. Гігієнічна оцінка побутових фільтрів та колективних систем нового покоління, що пропонуються для доочистки питної води, та обґрунтування їх вибору і використання для різних регіонів України // Актуальні питання захисту довкілля та здоров'я населення України (результати наукових розробок 2015 р.). К., 2016. Вип. 2. С. 97-130.

35. Зоріна О. В. Реагент нового покоління // Управдом. 2017. № 4. С. 26-27.

36. Зоріна О. В. Новый порядок эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Екологічні науки. 2017. Вип. 16-17. С. 5-15.

– у матеріалах семінарів, з'їздів, конференцій, форумів та конгресів:

37. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Загайський С. І. Розробка національних стандартів на водопровідну та фасовану питну воду – шлях до покращення стану питного водопостачання населення // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (треті марзеєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2007. Вип. 7. С. 15-16.

38. Прокопов В. А., Зоріна О. В., Соболев В. А. Современное состояние питьевого водоснабжения и качества питьевой воды Украины // Вода и здоровье : материалы 8-го Международного конгресса «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2008». Москва, 2008. URL : <https://mirznanii.com/a/284180/sovremennoe-sostoyanie-pitevogo-vodosnabzheniya-i-kachestva-pitevoy-vody-ukrainy>.

39. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М., Соболев В. А. Наукові передумови до розробки державного стандарту на питну воду систем централізованого питного водопостачання // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (четверті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2008. Вип. 8. С. 72-73.

40. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Концептуальні підходи до внесення змін до ДСанПіН 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» // Вода та довкілля : зб. тез доп. наук.-практ. конф. VI Міжнародного водного форуму «AQUA-UKRAINE 2008». Київ, 2008. С. 218-219.

41. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М., Соболев В. А. Гігієнічний аналіз стану господарсько-питного водопостачання України // ЕТЕВК-2009 : зб. тез доп. міжнародного конгресу. Київ, 2009. С. 40-51.

42. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Рекомендації щодо удосконалення ДСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (п'яті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ, 2009. Вип. 9. С. 43-45.

43. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання розробки санітарних норм на питну воду, призначену для споживання людиною, та їх гармонізація з Європейським законодавством // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. наук.-практ. конф. Одеса, 2010. С. 14-16.

44. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Аналіз чинної нормативної бази з контролю якості та безпеки питної води в Україні та рекомендації по її удосконаленню // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (шості марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ, 2010. Вип. 10. С. 277-279.

45. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Нормативно-правове забезпечення у сфері нецентралізованого питного водопостачання в Україні // Сучасні проблеми охорони довкілля та використання ресурсів у водному господарстві : зб. тез доп. наук.-практ.

конф. Одеса, 2011. С. 49-52.

46. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Стан виробництва та сучасні вимоги до фасованої питної води в Україні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (сьомі марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2011. Вип. 11. С. 92-94.

47. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Гуленко С. В., Липовецька О. Б. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії : матер. XV з'їзду гігієністів України. Львів, 2012. С. 299-302.

48. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Гуленко С. В. Результати моніторингу побічних продуктів хлорування питної води та шляхи їх мінімізації // ЕТЕВК-2013 : зб. тез доп. міжнародного конгресу. Київ, 2013. С. 75-81.

49. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Щодо водопровідної питної води, що надається населенню з відхиленням якості від нормативних вимог // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (десяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2014. Вип. 14. С. 64-66.

50. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», що введено в дію // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки (одинадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2015. Вип. 15. С. 47-49.

51. Зоріна О. В. К вопросу имплементации Директивы 98/83/ЕС относительно воды, предназначенной для употребления человеком // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 119.

52. Зоріна О. В., Маврикін Є. О. Еколого-гігієнічна оцінка якості вод водопровідних станцій // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XVI міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2018. С. 60.

53. Зоріна О., Горваль А., Маврикін Є. Якість водопровідних питних вод та порядок інформування споживачів // Чиста вода і ремедіаційні технології. Наголос на Чорнобильській катастрофі та інших антропогенних забрудненнях : зб. тез.

семінару з міжнарод. участю. Київ, 2019. URL : http://icbge.org.ua/re/images/2/2e/Abstract_Book_Water_Workshop_Kyiv_2019.pdf.

Нормативні документи загальнодержавного значення:

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 // Офіційний вісник України. 2010. № 51. С. 100-129.
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (із внесеними змінами): ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2012. 55 с.
3. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-74:2013 / Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. К., 2013. 172 с.
4. Внутрішній водопровід та каналізація. Основні положення проектування : ДБН В.2.5.-64:2012 / Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. К., 2013. 105 с.
5. Показники безпеки та якості фасованої питної води : ДГН / МОЗ України. Київ, 2008. URL : http://old.moz.gov.ua/ua/portal/post_20080904_12.html.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	24
ВСТУП.....	25
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДЖЕРЕЛ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОЛІПШЕННЯ З МЕТОЮ ЗАХИСТУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	38
1.1. Джерела питного водопостачання.....	38
1.2. Водопровідні питні води та сучасні реагенти, що використовуються для їх очищення.....	61
1.3. Нецентралізоване питне водопостачання (вода з колодязів, каптажів джерел та бюветів).....	76
1.4. Питні води доочищені та фасовані.....	82
Висновки до розділу 1	87
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	89
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНОГО СТАНУ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ ЯК ОСНОВНОГО ДЖЕРЕЛА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ.....	106
3.1. Результати моніторингу якості дніпровської води за комплексом санітарно-хімічних показників.....	106
3.2. Інтегральна оцінка якості води р. Дніпро в місцях питних водозаборів та після очищення на водопровідних станціях з використанням запропонованої методики	125
Висновки до розділу 3.....	136
РОЗДІЛ 4. НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ ТА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ВОДОПРОВІДНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ З ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОДЖЕРЕЛ.....	139
4.1. Традиційні технологічні рішення.....	139

4.2. Баромембранна технологія підготовки водопровідної питної води із поверхневих солонуватих вод.....	154
4.3. Нова технологія очищення питної води з використанням реагентів на основі солей ПГМГ.....	157
4.3.1. Основні властивості реагентів на основі солей ПГМГ за результатами лабораторних досліджень.....	158
4.3.2. Токсикологічна оцінка впливу води, підготовленої з використанням солей ПГМГ, на організм піддослідних тварин.....	170
4.3.3. Оцінка впровадження реагентів на основі солей ПГМГ на водопровідних станціях.....	182
Висновки до розділу 4.....	189
РОЗДІЛ 5. ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД.....	193
5.1. Водопровідна питна вода.....	193
5.2. Питна вода нецентралізованого водопостачання (колодязів, каптажів джерел, свердловин, бюветів та привізних питних вод).....	216
5.3. Питна вода фасована та з пунктів розливу комерційного призначення....	238
Висновки до розділу 5.....	251
РОЗДІЛ 6. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТА ВІТЧИЗНЯНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЩОДО ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД.....	256
Висновки до розділу 6.....	277
РОЗДІЛ 7. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ЩОДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ.....	281
Висновки до розділу 7.....	298
РОЗДІЛ 8. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ....	302
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	323
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	330
ДОДАТКИ.....	383

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БСК	– біологічне споживання кисню
ВООЗ	– Всесвітня організація охорони здоров'я
ГДК	– гранично допустима концентрація
ДВС	– Дніпровська водопровідна станція
ДСанПіН	– Державні санітарні норми та правила
КНФС	– Кайдакська насосно-фільтрувальна станція
КП	– комунальне підприємство
ЛНФС	– Ломівська насосно-фільтрувальна станція
НДР	– науково-дослідна робота
ПГМГ	– полігексаметиленгуанідин
ПГМГ-ГХ	– полігексаметиленгуанідин -гідрохлорид
ПГМГ- Ф	– полігексаметиленгуанідин -фосфат
ПГМГ- ГХ+Ф	– полігексаметиленгуанідин -гідрохлорид+фосфат
ПОЛ	– перекисне окиснення ліпідів
ПО	– перманганатна окиснюваність
РЧВ	– резервуар чистої води
СПАР	– синтетичні поверхнево-активні речовини
ТГМ	– тригалогенметани
ХОС	– хлорорганічні сполуки
ХСК	– хімічне споживання кисню

ВСТУП

В Україні та багатьох країнах світу немає системної процедури для проведення комплексного моніторингу якості природних та питних вод. Зазначене не дозволяє гарантувати якість вод як централізованого, так і нецентралізованого питного водопостачання [1-9]. Дані наукової літератури свідчать про незадовільну їх якість загалом в Україні і критичний їх стан в окремих регіонах. Зазначене є однією з причин поширення захворювань як інфекційної, так і неінфекційної етіології [10-14].

Проблема безпечності питних вод особливо актуальна у разі їх отримання з поверхневих вододжерел із високим рівнем хімічного та біологічного забруднення [15-18]. Відомо, що для господарсько-питних потреб переважна більшість населення України (майже 80 %) використовує очищену річкову воду Дніпра. Основними забруднювачами зазначеної води є: феноли, завислі речовини, залізо загальне, нафтопродукти, сполуки азоту, фосфору, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), мікроорганізми та органічні сполуки, що здебільшого виявляються у воді під час скидання у водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод та через геологічні особливості будови гідрологічної мережі [19-22]. Органічні та деякі інші речовини лише частково затримуються традиційними спорудами водопровідних станцій та транзитом надходять у питну воду [23-27]. Самі собою органічні сполуки природного походження у фактичних концентраціях не несуть небезпеку для здоров'я споживачів, однак їх понаднормативний вміст інтенсифікує утворення токсичних побічних продуктів дезінфекції [28-31] та біообростання водопровідних споруд і розподільних мереж і є добрим середовищем для розвитку мікроорганізмів [32-35]. Нормативи їх вмісту встановлено у документах різних країн світу, орієнтуючись на максимальний вміст органічних речовин природного походження у поверхневих водах та технологічні ризики, тобто наслідки вторинного забруднення питної води у разі застосування технологій хлорування, зберігання та транспортування трубопроводами. Внаслідок зазначеного у Директиві 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною [36], концентрації

перманганатної окиснюваності (ПО) та ще 14 фізичних і хімічних показників якості питних вод, що віднесено до «індикаторних», не завжди можуть відповідати гігієнічним нормативам в разі відсутності певного ризику для здоров'я споживачів. Подібний підхід застосовували ще у СРСР для 6 санітарно-хімічних показників (ГОСТ 2874-82 [37]), у чинних Державних санітарних нормах та правилах (ДСанПіН) 2.2.4-171-10 [38] відповідних показників 9 (ПО до цих показників не включено), однак підвищення їх нормативів до вказаних максимальних значень для водопровідних питних вод можливе лише до 01.01.2020 р. Зазначене призвело до загострення кризи у сфері питного водопостачання та унеможливило проведення ефективної модернізації в умовах євроінтеграції. Відтак стає очевидною актуальність розробки науково обґрунтованих пропозицій із питань удосконалення алгоритму прийняття управлінських рішень з оцінки якості питних вод.

Результати наукових досліджень свідчать, що якість поверхневих вод протягом 50-ти років погіршилась, технології очищення на водопровідних станціях за цей час суттєво не змінювалися, на цьому фоні гігієнічні вимоги до питної води стали жорсткішими, а у багатьох регіонах виявляються проблеми з кількістю питних вод, тому необхідно шукати шляхи удосконалення застарілих технологій [39-42].

Деякі дослідники вважають, що слід удосконалювати метод обробки води коагулянтами з метою збільшення швидкості формування та випадання осаду у відстійниках [43], інші – рекомендують використовувати препарати на основі солей полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) замість хлору або коагулянтів для обробки водопровідних питних вод із поверхневих водойм [44]. Водночас проведені лише поодинокі дослідження щодо визначення знезаражувальної дії окремих марок реагентів класу гуанідинів на мікроорганізми та залишається дискусійним питання щодо впливу тривалого вживання питної води, обробленої реагентами на основі ПГМГ, на організм людей з урахуванням віддалених ефектів [45-47].

У ролі альтернативного питного водопостачання в усьому світі використовують фасовану та доочищену питну воду [48-50]. За даними наукової літератури [9], останнім часом споживання питних вод, розфасованих в ємності, стрімко збільшилося, а їх якість погіршилась, що пов'язано із змінами їх хімічного

складу, радіаційним та мікробіологічним забрудненням, тривалістю і умовами зберігання та особливостями технологій водопідготовки. У торговельній мережі України представлено великий різновид установок для додаткового очищення питних вод [51, 52]. Окремі дослідження свідчать, що у разі виробництва питних вод фасованих та доочищених не завжди забезпечується кваліфікована експлуатація водоочисного обладнання, а також належний контроль за технологічним процесом очищення та якістю зазначених вод, зокрема через недостатню обізнаність виробників щодо базових питань управління якістю питних вод [53-57].

Науковцями багато зроблено у напрямку підвищення рівня безпеки питних вод, що є визначною складовою охорони здоров'я людини, але роботи проводяться здебільшого на окремих пооб'єктних компонентах без їх належного системного опрацювання [58, 59]. Аналіз даних літератури свідчить про необхідність проведення у порівняльному плані та просторово-часовому розрізі комплексної гігієнічної оцінки якості всіх видів питних вод згідно з вимогами українського та європейського законодавства.

З метою покращення забезпечення населення якісною питною водою в Україні розроблена та запроваджена Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 рр. В рамках цієї програми з метою впровадження Директиви 98/83/ЄС у 2010 р. в країні було розроблено та набули чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», гармонізовані з європейським документом. Після цього у зазначений європейський документ було внесено зміни. Отже, необхідно встановити відповідність української нормативної бази з якості питних вод вимогам європейського законодавства, без чого неможлива його імплементація.

Отже, можна констатувати, що на сьогодні є актуальним проаналізувати та систематизувати наукові проблеми у сфері питного водопостачання, враховуючи антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище в Україні, що в кілька разів перевищує відповідні показники у розвинутих країнах світу [1], та запропонувати обґрунтовані шляхи їх вирішення з метою попередження

негативного впливу на здоров'я споживачів та прийняття управлінських рішень в умовах євроінтеграції.

Вищезазначене обумовило вибір теми, мети і завдань наукового дослідження. Результати проведених досліджень стали науковою базою для розробки нової редакції національного нормативного документа з якості питної води, порядку її моніторингу та інформування споживачів.

Робота проводилася на виконання зобов'язань, взятих Україною відповідно до Угоди про асоціацію відносно імплементації Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною (зі змінами 2015 р.): прийняття національного законодавства з якості питних вод, створення системи її моніторингу та механізму надання інформації споживачам [60].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертаційна робота виконана у відповідності до плану науково-дослідних робіт (НДР) ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» (до квітня 2015 р. – ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ») і спрямована на реалізацію наукової частини Загальнодержавної програми «Питна вода України» на 2006-2020 роки, Постанови КМУ від 17.05.2012 р. № 397 щодо необхідності розроблення технологій для одержання високоякісної питної води, Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25.04.2013 р. «Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України» щодо необхідності впровадження механізму державного контролю за якістю питних вод, а також Плану заходів на виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» у 2015 р., затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 04.03.2015 р. № 213-р, стосовно розробки проекту нормативно-правового акту з якості води питної з метою гармонізації законодавства України з Директивою 98/83/ЄС від 03.11.1998 р.

Дисертаційне дослідження є фрагментом планових НДР лабораторії гігієни природних, питних вод, а саме: «Наукове обґрунтування та розробка державних стандартів на водопровідну і фасовану питну воду та наближення їх до вимог

відповідних стандартів Європейського Союзу» (шифр теми: ДП.12.07, № держреєстрації 0107U003045, строк виконання – 2007-2009 рр.); «Гігієнічна оцінка побутових фільтрів та колективних систем нового покоління, що пропонуються для доочистки питної води, та обґрунтування їх вибору і використання для різних регіонів країни» (шифр теми: АМН.29.13, № держреєстрації 0113U002342, строк виконання – 2013-2015 рр.); «Гігієнічна оцінка стану поверхневої водойми – водосховища ім. Леніна як джерела питного водопостачання ВАТ ЗМК «Запоріжсталь» та ефективності існуючої технології підготовки питної води на комбінаті в сучасних умовах» (№ держреєстрації 0115U003732, строк виконання – 2014-2015 рр.); «Гігієнічна оцінка природних, питних та стічних вод» (№ держреєстрації 0115U000129, строк виконання – 2015-2016 рр.; № держреєстрації 0117U001409, строк виконання – 2017-2018 рр.); «Гігієнічна оцінка обладнання, матеріалів та реагентів, що пропонуються для очищення води та проектної і нормативної документації в сфері питного водопостачання та водовідведення» (№ держреєстрації 0117U001410, строк виконання – 2017-2018 рр.). У зазначених НДР автор був відповідальним виконавцем.

Дисертаційне дослідження є фрагментом роботи, що була проведена для реалізації проекту Європейського Союзу «Підтримка України в апроксимації європейського законодавства» / APENA project (2016 р.), автор був молодшим експертом сектору якості води та управління водними ресурсами цього проекту.

Мета роботи: Наукове обґрунтування теоретичних, методичних підходів та превентивних заходів для забезпечення населення якісною питною водою в умовах євроінтеграційних процесів з позицій профілактичної медицини.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання:**

1. Вивчити особливості сучасного стану та якості води р. Дніпро – основного джерела питного водопостачання України за комплексом санітарно-хімічних показників.

2. Провести комплексну оцінку якості вихідних та питних вод дніпровських водопровідних станцій з використанням інтегральної методики.

3. Дати гігієнічну оцінку традиційним технологічним рішенням, що використовуються для забезпечення споживачів водопровідною питною водою з поверхневих джерел.

4. Оцінити з гігієнічної точки зору новітню багатоступеневу з мембранним модулем технологію очищення поверхневих солонуватих вод до вимог питної.

5. Обґрунтувати в експериментальних дослідженнях можливість використання солей ПГМГ в технології підготовки питної води на річкових водопровідних станціях; оцінити в хронічному токсикологічному експерименті безпечність питної води, виготовленої за участю гуанідинових сполук.

6. Дати характеристику стану питного водопостачання та якості питних вод централізованого, нецентралізованого водопостачання (з колодязів, каптажів джерел, індивідуальних свердловин, бюветів), фасованих та доочищених з пунктів розливу в сучасних умовах.

7. Провести порівняльний аналіз відповідності української нормативної бази з якості питних вод вимогам європейського водного законодавства.

8. Науково обґрунтувати концептуальні підходи, напрямки та конкретні пропозиції до удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази щодо якості питної води, призначеної для споживання людиною, для досягнення максимальної гармонізації з європейським водним законодавством та забезпечення збереження життя та здоров'я людей.

Об'єкт дослідження: моніторинг якості природних, питних вод; ефективність систем водоочищення; біологічна дія очищеної води на теплокровний організм; удосконалення процесу прийняття управлінських рішень у сфері питного водопостачання.

Предмет дослідження: природні та питні води; технології та реагенти для водоочищення; водопровідні станції; експериментальні тварини; нормативні документи з якості та виробництва питних вод України та країн Європейського Союзу.

Методи дослідження: бібліографічний – аналіз наукової інформації з проблем дослідження; гігієнічного моніторингу – аналіз та оцінка якісного складу природних

і питних вод на підставі тривалих спостережень; порівняльно-описовий – порівняльний аналіз положень нормативних документів з якості та виробництва питних вод і технологій водоочищення на підприємствах питного водопостачання; експериментальний – обґрунтування можливості використання солей ПГМГ в технології підготовки питної води як альтернативи хлору; токсикологічний, біохімічні, гематологічні, імунологічні – оцінка безпечності питної води, виготовленої за участю ПГМГ; санітарно-хімічні, мікробіологічні – визначення рівнів вмісту забруднювачів у природних та питних водах; соціологічний – анкетне опитування населення; аналітичний аналіз – розробка пропозицій до удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази; математичні (моделювання, кластеризація, інтегральна оцінка) – проведення обробки даних про якість вод. Статистичне та графічне оброблення виконувалось за допомогою програми STATISTICA 10.0 portable.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті проведення досліджень вперше:

- здійснено комплексне теоретичне узагальнення взаємопов'язаних гігієнічних проблем у системі «стан джерела водопостачання – якість питної води» в умовах антропогенного навантаження на р. Дніпро як основного джерела питного водопостачання та обґрунтовано можливі шляхи їх вирішення в сучасних умовах;

- розширено уявлення про особливості сучасного стану та якості води р. Дніпро в місцях питного водокористування у просторово-часовому аспекті;

- обґрунтовано наукові підходи до удосконалення системи моніторингу якості поверхневих вод, що включатимуть оцінку стану водних об'єктів і прогноз його можливих змін за різних умов;

- описано динаміку змін якості вихідних та питних вод водопровідних станцій з використанням методики інтегральної оцінки та виявлено причино-наслідковий зв'язок між якістю питної води з місцем розташування водозабору вздовж русла Дніпра, технологічними рішеннями очищення та транспортування великими водоводами;

- встановлено в експериментальних дослідженнях можливість використання в технології підготовки питної води гуанідинових сполук – солей ПГМГ як флокулянтів із незаражуючою дією, що можуть бути застосовані замість хлору на етапі первинної обробки вихідної води;

- доведено в хронічному токсикологічному експерименті безпечність питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ;

- дана гігієнічна оцінка новітньої технології опріснення солонуватих вод до вимог питної з використанням баромембранних установок;

- у порівняльному плані та просторово-часовому розрізі дано гігієнічну оцінку якості різних видів питних вод (водопровідних, фасованих, з пунктів розливу комерційного призначення, колодязів, індивідуальних свердловин, каптажів джерел та бюветів), технологічних рішень з їх водоочищення; сформовано перелік показників, у тому числі «індикаторних», рівень вмісту яких найчастіше не відповідає гігієнічним нормативам відповідно до вимог українського та європейського законодавства, які потребують жорсткішого контролю у питній воді;

- розроблено гігієнічні критерії оцінки якості різних видів питних вод, а також порядок проведення її моніторингу та механізм інформування населення про якість водопровідної питної води;

- обґрунтовано пропозиції щодо удосконалення алгоритму прийняття управлінських рішень з оцінки якості питних вод за «індикаторними» показниками;

- розроблено наукові підходи до перегляду у питних водах, що виготовляються з поверхневих джерел, нормативу показника «перманганатна окиснюваність», керуючись принципами Директиви 98/83/ЄС щодо регламентування «індикаторних» показників;

- обґрунтовано концепцію та розроблено пропозиції до удосконалення законодавчої та нормативної бази з питань якості питних вод та питного водопостачання з метою збереження життя та здоров'я людей.

Практичне значення отриманих результатів. Результати проведених досліджень мають загальнодержавне значення та сприятимуть виконанню зобов'язань, що взяла на себе наша країна згідно з Угодою про асоціацію між

Україною та Європейським Союзом. Робота сприятиме виходу з кризового стану, що на сьогодні склався у сфері питного водопостачання, оптимізації роботи підприємств питного водопостачання, зниженню напруженості у суспільстві через відсутність діючого механізму інформування споживачів та захисту їх здоров'я.

За результатами досліджень розроблено та впроваджено:

1. Зміни до Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», внесені згідно з Законом України від 15.05.2018 р. № 2417-VIII (лист від 26.07.16 р. № 21/2141 ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ»).

2. Державні санітарні норми та правила 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01.07.10 р. за № 452/17747).

3. Зміни до Державних санітарних норм та правил 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (наказ МОЗ України від 15.08.2011 р. № 505, лист ДУ «ІГМЕ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ від 06.10.10 р. № 1.02/5053).

4. Нову редакцію Державних санітарних норм та правил 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (акт впровадження від 14.12.17 р. транснаціональної компанії «EPTISA Servicios de Ingenieria, S.L.» з головним офісом в Іспанії).

5. Державний гігієнічний норматив «Показники безпеки та якості фасованої питної води» (постанова в. о. головного державного санітарного лікаря України від 04.09.08 р. № 12, лист ДУ «ІГМЕ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» від 03.09.08 р. № 21.2/4928).

6. Державні будівельні норми В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» (накази Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.13 р. № 133 та від 28.08.13 р. № 410).

7. Державні будівельні норми В.2.5.-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Основні положення проектування» (наказ Міністерства регіонального

розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 31.10.12 р. № 553).

8. ТІ 36.0-20674041-001:2018 «Технологічна інструкція з виробництва питної води» ТОВ «ЛГЗ «ПРАЙМ» (висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи Держпродспоживслужби від 19.10.18 р. № 602-123-20-2/43799).

Результати дисертаційної роботи використано:

- при реалізації проекту Європейського Союзу «Підтримка України в апроксимації європейського законодавства у сфері навколишнього середовища» / APENA project (2016 р., автор був експертом цього проекту);

- у діяльності робочих груп та комісій, до складу яких входив автор: для доопрацювання проекту нормативно-правового акту щодо якості води, яка призначена для споживання людиною (наказ МОЗ України від 04.11.09 р. № 431-Адм); з розробки проектів уніфікованих форм актів (наказ ДСЕС України від 28.04.12 р. № 39); з питань якості питної води (наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та ЖКГ України від 21.12.12 р. № 644); з питань запобігання вчинення диверсійного та/або терористичного акту в системі централізованого питного водопостачання м. Києва (розпорядження КМДА від 12.08.14 р. № 899); удосконалення законодавства у сфері санітарного та епідемічного благополуччя (наказ МОЗ України від 25.06.15 р. № 390); з локалізації та ліквідації спалаху гострої кишкової інфекції в мікрорайоні Бортничі м. Києва (наказ МОЗ України від 14.01.15 р. № 7); з питань імплементації Цілей сталого розвитку (лист МОЗ України від 11.11.16 р. № 05.1-10-15/127-16); з питань розробки проектів нормативно-правових актів у сфері води природної мінеральної (наказ МОЗ України від 24.03.16 р. № 30-Адм); з реалізації міжнародного проекту «Глобальний аналіз та оцінка стану санітарії та питного водопостачання в Україні (GLAAS)» (лист ДУ «ЛГЗ ім. О.М. Марзеєва НАМНУ» від 03.03.16 р. № 21/521); з координації впровадження Протоколу про воду та здоров'я в Україні (наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 21.10.16 р. № 390);

- при підготовці Національних доповідей про стан навколишнього середовища

в Україні у 2017, 2018 рр. (листи ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ від 20.07.18 р. № 20/2456, від 27.08.19 р. № 1.02/2247).

Матеріали дисертації впроваджено у навчальний процес кафедри комунальної гігієни та екології людини з секцією гігієни дітей та підлітків Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України (акт впровадження від 13.01.16 р.) та екології агросфери та екологічного контролю Національного університету біоресурсів та природокористування України (акт впровадження від 30.11.18 р.).

Особистий внесок здобувача. Здобувачем особисто здійснено формулювання ідеї, мети і задач досліджень, патентно-інформаційний пошук та аналітичний огляд літератури, розробку теоретичних положень, алгоритмів, проведено статистичну обробку даних та аналіз отриманих результатів, сформульовано усі положення та висновки.

Автор особисто приймав участь у науковому супроводі адаптації законодавства України у сфері питної води та питного водопостачання до норм європейського. Зокрема, у науковому обґрунтуванні та формулюванні положень Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та нової редакції цього нормативно-правового акту (зміни стосувалися більше 30 % тексту чинного документу).

Автор висловлює подяку доктору біологічних наук, професору Антомонову М. Ю., доктору біологічних наук, професору Томашевській Л. А., колективам лабораторії санітарної мікробіології та токсикологічних досліджень ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» за допомогу при виконанні окремих фрагментів роботи. Особистий внесок здобувача становить не менше 80 %.

Результати спільних робіт було використано у дисертації Липовецької О. Б. «Вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом питної води на формування неінфекційної захворюваності населення та розробка профілактичних заходів» на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.02.01 «гігієна та професійна патологія» (м. Київ, 2016 р.).

Матеріали кандидатської дисертації автора не були використані при написанні докторської.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення дисертації оприлюднені, обговорені та схвалені на: міжнародних конгресах: «Вода: екологія и технология. ЭКВАТЭК-2008» (м. Москва, 2008 р.); «ЕТЕВК» (м. Ялта, 2009, 2013 рр.), «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства» (м. Київ, 2015, 2018 рр.); круглих столах: «Якість питної води та безпечність для здоров'я населення» у рамках міжнародного форуму «Комплексне забезпечення лабораторій» (м. Київ, 2012 р.) та «Довкілля і здоров'я» Всеукраїнської Екологічної Ліги (м. Київ, 2013 р.); XV з'їзді гігієністів України (м. Львів, 2012 р.); міжнародних водних форумах: «AQUA UKRAINE» (м. Київ, 2008, 2015 рр.), «Lviv Eco Forum» (м. Львів, 2019 р.); конференціях: «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (м. Київ, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014, 2015, 2019 рр.), «Вода в харчовій промисловості» (м. Одеса, 2010 р.), «Сучасні проблеми охорони довкілля та використання ресурсів у водному господарстві» (м. Одеса, 2011 р.), «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 2017, 2018 рр.).

Матеріали дисертації були використані на наступних наукових семінарах: «Безпека та якість води питної та стічної. Методи контролю. Атестація виробничо-технічних лабораторій» (м. Київ, 2012 р.), для лікарів-лаборантів у Національній медичній академії післядипломної освіти ім. П. Л. Шупіка (м. Київ, 2015 р.); «Транспозиція вимог Директив ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною, та про очистку міських стічних вод» (м. Київ, 2016 р.); «Наукове забезпечення діяльності Держпродспоживслужби щодо здійснення державного нагляду (контролю) у сфері санітарного законодавства» (м. Київ, 2017 р.); «Ключові аспекти забезпечення населення України якісною питною водою, а також вирішення комплексу проблем водовідведення та очистки стічних вод до нормативних показників» (м. Київ, 2018 р.); «Водопідготовка. Лабораторний контроль. Вимоги до акредитації лабораторій» (м. Київ, 2018 р.); «Чиста вода і ремедіаційні технології. Наголос на Чорнобильській катастрофі та інших антропогенних

забрудненнях» (м. Київ, 2019 р.); «Роль екологічних лабораторій в реформі моніторингу водних ресурсів України» (м. Київ, 2019 р.).

Автор приймав активну участь у радіо- та телепрограмах, публікувалася у газетах (близько 20 інтерв'ю).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 53 наукові праці, в тому числі 24 статті (11 самостійних) – у наукових фахових виданнях (2 електронні), рекомендованих МОН України, 15 з яких включено до міжнародних наукометричних баз. Крім цього, розроблено та затверджено 5 нормативних документів загальнодержавного значення (ДГН, ДСанПіН, ДБН).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація має анотацію українською та англійською мовами і складається із вступу, 7-ми розділів власних досліджень, їх аналізу та узагальнення, висновків, списку використаних джерел, що містить 492 літературних джерела (349 – кирилицею, 143 – латиницею). Робота викладена на 382 сторінках друкованого тексту (обсяг основного її тексту становить 300 сторінок), містить 79 рисунків, 71 таблицю, 9 додатків.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДЖЕРЕЛ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОЛІПШЕННЯ З МЕТОЮ ЗАХИСТУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Джерела питного водопостачання

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) через нестачу води питної якості страждає кожна третя людина у світі, що обумовлено нерівномірністю розподілу її у багатьох регіонах земної кулі та глобальним антропогенним забрудненням водних джерел. Абсолютний дефіцит води відчувають більше як 40 країн світу (Близький Схід, Африка, Індія, Китай) [61]. Відповідно до стандартів ООН, Україна за сумарними запасами власних поверхневих і підземних водних ресурсів належить до малозабезпечених держав та знаходиться на одному з останніх місць з-поміж країн Європи. Водні ресурси країни розподілені нерівномірно, причиною віддаленості деяких міст і промислово-міських агломерацій від джерел водозабезпечення є різні умови їх формування [21, 62, 63]. Зокрема, на одного жителя Донецької області на рік припадає 150 м³ місцевого природного річного стоку, що у 5 разів менше, ніж в середньому в Україні [64]. Для забезпечення водою маловодних районів збудовано канали та великі водоводи, через які здійснюється перерозподіл стоку основних річок. Наприклад, тільки на р. Дніпро створено 6 великих водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське, Каховське), 5 основних каналів (Каховський, Дніпро-Донбас, Дніпро-Інгулець, Дніпро-Кривий Ріг, Північнокримський) та 3 основні великі водоводи (Дніпро-Біла Церква, Дніпро-Донбас-Харків, Дніпро-Кіровоград). Завдяки перерозподілу водних ресурсів суттєво підвищився рівень водозабезпечення АР Крим (у 3 рази), Херсонській (у 5,5 рази), Кіровоградській (12,5 рази), Дніпропетровської (у 3 рази) областей [65]. На сьогодні розглядають інший шлях розвитку водопостачання маловодних регіонів Донбасу з використанням

водоприпливів закритих вугільних шахт [66]. Іноді у таких регіонах застосовують змішане водопостачання, наприклад, з використанням невеликої частки артезіанської води (10-15 %) [3, 26], що захищена від зовнішніх чинників та має значні переваги перед поверхневою, оскільки характеризується сталістю хімічних властивостей [67-69]. Деякі природні води Сеноманського водоносного горизонту можуть бути еталоном стабільної високоякісної води питного призначення [70]. У зв'язку з цим запаси таких вод у кожній країні розглядаються як стратегічний резерв питної води у разі надзвичайних ситуацій природного або техногенного характеру [71]. Однак встановлено, що у разі подачі чистої артезіанської води у системи централізованого питного водопостачання вона може бути вичерпана і забруднена упродовж декількох десятиліть. Експертно оцінено, що такі води з мінералізацією до 1,5 г/л, які є стратегічним резервом питних вод України, знаходяться у Дніпровсько-Донецькій западині у вигляді статичних запасів у мінімальній кількості 810 км³ [72]. Через різні чинники забір підземних вод в нашій країні у динаміці поступово зменшується. Водночас, на жаль, вони повсюдно залишаються джерелом технічного водопостачання [73].

Дуже часто підземні горизонти відсутні або не мають надійного захисту та забруднені [74]. Наприклад, миш'як у ґрунтових водах є проблемою у багатьох країнах, включаючи деякі регіони Сполучених Штатів Америки. Геохімік із Ламонті, який упродовж десяти років працював із громадами В'єтнаму, Камбоджі та Бангладеш, з метою пошуку шляхів захисту здоров'я людей від негативного впливу миш'яку через забруднення вод, сказав, що ми сприймаємо підземні води як гігантське захищене від забруднень озеро, майже нескінченний ресурс, однак це не так, дуже часто підземні води піддаються забрудненню через вплив поверхневих вод та інші чинники [75]. Забруднення природних вод миш'яком характерно для гірничодобувних районів, але часто цією сполукою забруднені води з гірських районів, наприклад, у північній частині Швеції [76]. Тектонічна активізація регіональних глибинних розломів призвела до високих концентрацій ртуті у підземних водах геологічних структур північно-західної частини Донецької

складчастої споруди та є причиною неінфекційної захворюваності у населення Донецької області [77].

Моніторинг підземних вод України свідчить, що якість майже 50 % проб не відповідає гігієнічним вимогам [73]. В артезіанських водах дуже часто виявляється понаднормативний вміст заліза, жорсткості та каламутності через геохімічні обставини їх формування [78]. Спостереження за якістю артезіанської води на сучасних водозаборах дають усі підстави констатувати її постійне погіршення через незадовільну господарську діяльність [79, 80]. Внаслідок інтенсивної експлуатації підземних вод утворилися депресійні воронки в долині р. Сіверський Донець та міст Києва, Полтави, Харкова, Мелітополя. Гірничо-добувна промисловість спричиняє дренавання водоносних горизонтів у Західному Донбасі, Кривбасі, південно-західній частині Запорізької області, Нікопольському марганцево-рудному басейні. Шахтні води підвищеної мінералізації дренаються в нижні горизонти і мігрують на великі відстані, засолюючи прісні води Півдня та родючі ґрунти. Підземні води забруднюються внаслідок скидання неочищених стічних вод та антропогенної діяльності людини. Найзабрудненіші підземні води на Донбасі, в Придніпров'ї, АР Крим. Низка забруднювальних речовин перевищує у декілька разів їхні гранично допустимі концентрації (ГДК), зокрема: фенолів, ціанідів, роданідів, а також мінеральних та азотовмісних речовин тощо. Існуюча технологія очищення питних вод не в змозі за таких умов довести до необхідних вимог якість питної води [26].

Розвиток систем водопостачання окремих великих міст України максимальної активності набув у 1960-1970 рр. минулого століття, коли під час вибору основного джерела водопостачання перевагу віддавали поверхневим водам [21]. Понад 80 % населення України для задоволення питних і побутових потреб користується незахищеною від забруднень водою з відкритих водойм [81, 82]. Формування режиму поверхневих та ґрунтових вод відбувається під значним впливом кліматичних і техногенних чинників, що визначає епізодичні сезонні та багаторічні зміни їх запасів і хімічного складу [83]. У глобальному масштабі число кліматичних катастроф з 1996 р. по 2005 р. зросло порівняно з періодом між 1950 р. і

1980 р. [84]. У майбутньому зміни клімату можуть негативно впливати на якість води водойм, екосистеми та людей. В університеті Східної Англії були проведені дослідження з вивчення впливу змін клімату на сільське господарство та якість річкової води. Встановлено, що через підвищення температури, що дозволить значно збільшити сільськогосподарське виробництво, слід очікувати погіршення якості поверхневих вод. Автором проєкту було заявлено, що замість того, щоб очікувати, коли екосистеми будуть у небезпеці, а потім намагатися їм допомогти, ми повинні передбачити потенційну проблему і зробити щось для запобігання реальній загрози [85]. У разі помірного підвищення температури відбувається інтенсифікація біологічної діяльності, перевиробництво флори і фауни, прискорення процесів мінералізації органічних речовин, «цвітіння» води та ін. За значного підвищення температури (30-33°C) спостерігається дефіцит кисню у деяких частинах водойми, що призводить до анаеробних процесів [86].

Глобальною проблемою, яка зачіпає усі країни світу через зміни клімату, є засолення річок, що спричиняє високі екологічні та економічні витрати. Результати досліджень міжнародної групи під керівництвом експертів Департаменту екології Барселонського університету «Narcís Prat and Miguel Cañedo-Argüelles» підтвердили, що у майбутньому очікується погіршення ситуації. У глобальних річкових екосистемах надмірна концентрація солі являє собою загрозу для виживання організмів, біологічного різноманіття, біологічної рівноваги екосистеми, створює серйозні економічні, суспільні проблеми та високий ризик для здоров'я населення. Солоність річок може бути викликана як кліматологією, так і геологією території або антропогенною діяльністю. Виявлено зв'язок між урбанізацією, застосуванням солі для обробки покриття доріг взимку та засоленням прісних природних вод [87-89]. Встановлено, що основною причиною змін якості води р. Тетерів в Україні протягом останнього десятиліття є помірно систематичне забруднення води стоками на фоні кліматичних змін [90].

На сьогодні майже залишилося водойм в Україні, які б за екологічним станом, основними санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками можна віднести до водойм першої категорії [17]. За гігієнічними та екологічними

критеріями [91] якість поверхневих вод країни з урахуванням величин показників, що реєструються у воді, на сьогодні відповідає 2-3 класам [92-95]. За даними В. О. Прокопова [95, 96], поверхневі водойми, зокрема ті, що використовуються як джерела питного водопостачання, потерпають від надмірного навантаження на них неочищених та недостатньо очищених стічних вод. Загалом у країні питома вага досліджених проб води з водойм першої категорії не відповідає санітарним вимогам за санітарно-хімічними показниками в 18,4 %, за мікробіологічними – у 17,9 % випадків.

Європейські країни також страждають від забруднення поверхневих вод. Нещодавні дослідження прісних вод держав, членів ЄС, підтвердили невідповідність їх якості вимогам Водної рамкової директиви. Було проведено моніторинг якості зазначених вод відносно вмісту органічних хімічних речовин у континентальному масштабі, що включав інформацію з 4000 європейських сайтів. Встановлено, що хімічні речовини (пестициди, трибутилол, поліциклічні ароматичні вуглеводні, бромні сполуки тощо) загрожують біологічному розмаїттю майже половини водних об'єктів у континентальному масштабі [97].

Якість води у водоймах формується під впливом багатьох чинників, особливо впливає надходження забруднень зі стічними водами, їх взаємодія з природними компонентами води, процеси розбавлення, седиментації, біохімічні, біологічні, фізичні, що відбуваються безпосередньо у водному середовищі. Тобто здатність водойми до самоочищення залежить від процесів, характер і направленість яких визначається надходженням і наявністю у водному об'єкті забруднювачів різної природи. Антропогенне втручання людини може призводити до техногенного забруднення та порушувати термодинамічну рівновагу екосистеми водного басейну [98-100].

Однією з основних причин погіршення стану якості води поверхневих водоймищ є недостатнє очищення міських, промислових стічних вод, навіть скинутих у минулому, та поверхневі стічні води [80, 101, 102]. Склад зливого стоку, що забруднює поверхневі води, формується завдяки ерозії ґрунтів, забрудненого атмосферного повітря, змивання бруду з поверхонь місцевості,

розмивання звалищ тощо. Для цього стоку характерна присутність різноманітних синтетичних органічних речовин – фенолів, нафтопродуктів, поверхнево активних речовин та інших, які значною мірою впливають на міграцію хімічних елементів. Наприклад, феноли відіграють істотну роль у процесах акумуляції важких металів вищими водними рослинами, а поверхнево активні речовини здатні формувати стійкі хелати з хімічними елементами та мають на них десорбційний вплив. Численними дослідженнями встановлено, що поверхнево активні речовини у водному середовищі можуть трансформуватися, внаслідок чого утворюються хімічні сполуки, іноді токсичніші, ніж вихідний продукт. Останнім часом виявлено новий чинник у забрудненні водних систем – так звану редистрибуцію (перерозподіл) основних забруднювальних речовин, яка обумовлена присутністю поверхнево активних речовин і полягає у переході хімічних речовин з об'єму води на її поверхню з формуванням поверхневої плівки мікроскопічної товщини, що має підвищену реакційну здатність та відрізняється надзвичайно високим вмістом різних забруднювальних речовин [103-105]. Основними забруднювачами річкових вод є: органічні речовини, феноли, завислі речовини, залізо загальне, нафтопродукти, сполуки азоту, фосфору, СПАР, іони важких металів, мікроорганізми. Кишкові віруси є значущими контамінантами водних об'єктів, що надходять через скидання недостатньо очищених або неочищених стічних вод у відкриті водойми. Перед скиданням очищені стічні води або не знезаражують, або для цих цілей використовують хлор, що не гарантує їх повне звільнення від вірусів і забруднює поверхневу воду хлором та побічними продуктами дезінфекції [26, 106-111]. У європейських країнах дедалі частіше відмовляються від хлору, надаючи перевагу обробленню ультрафіолетом, ультразвуком та комбінованим методам. Зокрема, з метою охорони вододжерел від забруднення практично повністю відмовилися від застосування хлору та деяких хімічних препаратів у сільському господарстві у Німеччині, Великобританії та США [112].

Новим етапом у роботі світового співтовариства з охорони навколишнього природного середовища стало прийняття у Стокгольмі у травні 2001 р. Конвенції про стійкі органічні забруднення. Згідно із цим документом, який Україна

ратифікувала у квітні 2007 р., завдання полягає у знищенні, а там, де це неможливо – мінімізації утворення деяких хімічних сполук. Йдеться про 12 найнебезпечніших для людини і навколишнього середовища хлорорганічних сполук. Слід зазначити, що найбільшу частину в цьому переліку становлять хлорорганічні пестициди (ДДТ, ДДЕ тощо), меншою мірою поліциклічні ароматичні вуглеводні та поліхлоровані біфеніли [113]. Основними джерелами забруднень поліциклічними ароматичними вуглеводнями є підприємства енергетичного комплексу, автомобільний транспорт, хімічна та нафтопереробна промисловості. В основі практично всіх техногенних джерел забруднення цими речовинами лежать високотемпературні процеси, пов'язані зі спалюванням і переробкою органічної сировини: нафтопродуктів, вугілля, деревини, сміття, їжі, тютюну тощо [114-117]. Вплив зазначених речовин на ДНК призводить до формування цитогенетичних біомаркерів раку [118] та безпліддя у чоловіків [119, 120]. Виявлено, що поліциклічні ароматичні вуглеводні накопичуються у донних відкладеннях поверхневих вододжерел, умови їх мікробного розкладання залежать від температури, природи мікробних речовин і присутності інших органічних забруднювачів [121]. Поліхлорбіфеніли надходять у водойми з промисловими стічними водами. Вони малорозчинні у воді, тому у разі потрапляння у водойму, осідають на дно, накопичуються, концентруються у мулових осадах, незначна їх частина трансформується мікроорганізмами [122].

Забруднення природних вод спостерігається через широке використання хімічних препаратів для захисту рослин та їх інтенсивне поширення у природних ландшафтах. Відповідні препарати надходять у поверхневі води із промисловими стічними водами та поверхневим стоком у разі невідповідного їх зберігання та використання. Зокрема, пестициди мають здатність накопичуватися у ґрунтах, а потім вимиватися у поверхневі та підземні води. У загальному обсязі забруднення біосфери землі ці забруднювачі займають 8-9 місця після таких речовин як нафтопродукти, поверхнево активні речовини, фосфати, мінеральні добрива, важкі метали, окиси азоту, сірки, вуглецю та інші сполуки [123-125]. Обговорюється вплив пестицидів на здоров'я дітей у контексті патології нервової системи і раку [126]. Оцінка небезпеки ДДТ свідчить про необхідність реалізації ефективних

технологій пошуку його альтернатив [127]. У структурі асортименту пестицидів за кількістю препаратів, дозволених для використання в Україні, інсектициди посідають одне з останніх місць [128], однак за своєю токсичністю та небезпечністю у разі потрапляння до організму людини вони стоять на першому [129, 130].

За результатами проведених досліджень було встановлено, що у 2004 р. заборонені пестициди часто виявлялися у річкових водах Німеччини. Частота виявлення більшості сполук була суттєво меншою, ніж у 90-х роках, але все ще забруднення, викликане пестицидами та промисловими хімікатами, були настільки високими, що флора і фауна, напевно, зазнавали токсичного впливу. Проаналізовано дані моніторингу річок Німеччини упродовж 1994-2004 рр. Всього у воді було виявлено 257 органічних речовин, іноді у концентраціях, які можуть мати гостру токсичну дію на водні організми. Проте, незважаючи на те, що ці сполуки несуть потенційну небезпеку, багато з них не було включено до переліку пріоритетних, визначених Європейським Союзом у 2004 р., і використовувалися для оцінки хімічного статусу поверхневих вод відповідно до Водної Рамкової Директиви. Було виявлено, що серед 33-ох вміст лише двох органічних речовин перевищує рекомендовані нормативи [131].

Виявлено чітку тенденцію посилення забруднення поверхневих вод у разі збільшення інтенсивності використання міських земель у межах водного басейну, лісове використання землі навпаки призводить до поліпшення якості поверхневої води [125]. Негативно впливають на стан водних об'єктів порушення правил щодо водоохоронних зон – самовільне будівництво на берегах річок, озер та водоймищ [132]. Останніми роками на урбанізованих територіях підвищується важливість питання охорони поверхневих вод від забруднення очищеними міськими зворотними та дощовими стічними водами з міських територій. Особливо гостро ця проблема стоїть у районах з інтенсивною забудовою. Наприклад, вода р. Дніпро біля житлового масиву «Осокорки» Дарницького району міста Києва містить нафтопродукти (до 10 ГДК) та інші органічні речовини, що може призвести до порушення природних процесів самоочищення води [19]. Важливою проблемою є забруднення водойм нафтопродуктами, що реалізується безпосередньо через

забруднення ґрунту [133-136], скидання недостатньо очищених стічних вод нафтогазової промисловості та виникнення аварій на нафтових свердловинах.

Нафтогазова промисловість здійснює значний антропогенний вплив на водне середовище. Забруднювальні речовини впливають на біологічні та хімічні процеси у річках, тобто уповільнюють чи повністю пригнічують природний процес самоочищення. В результаті дослідження виявлено, що коефіцієнт самоочищення води у річці Тур'янці, що розташована в Карпатському регіоні, упродовж 2007-2013 рр. коливався в межах 0,003-0,006, а з 2014 по 2016 р. відбувалося стрімке його підвищення, максимальний зафіксовано у 2016 р. (0,24). Аналогічна тенденція динаміки процесу самоочищення спостерігалася для річки Саджави до 2013 р., найбільше значення коефіцієнта самоочищення було у 2014 р. (0,02). Від'ємні результати цього коефіцієнта для річки Луцави свідчать про надмірне надходження забруднень через скиди Долинського нафтогазовидобувного підприємства. Додатне значення коефіцієнта самоочищення для цієї річки спостерігалось за період дослідження 2007-2016 рр. тільки у 2012 р. (0,005) [137]. Результати інших проведених досліджень підтвердили забруднення води річки Хоролу нафтопродуктами та завислими речовинами через надходження у річку неочищеного поверхневого стоку з території м. Миргород [138].

Поряд з нафтопродуктами, пестицидами, поліхлорованими біфенілами фенольні сполуки відносяться до числа найпоширеніших поллютантів водних екосистем. У водойми надходять феноли різного походження: компоненти промислових стічних вод; сполуки, що утворюються у ході процесів вторинного забруднення; біогенні феноли, утворені гідробіонтами. У разі моніторингу фенольного забруднення поверхневих вод основна увага приділяється групі токсичніших летючих фенолів [139]. Відомо, що феноли містяться у незабруднених стічними водами природних водоймах, що розташовані у гірських та лісистих місцевостях [140]. Виявлені феноли та органічні речовини у підземних водах дослідники пояснюють антропогенним забрудненням [141].

Характерною особливістю поверхневих вод України є високий вміст органічних речовин через геологічні особливості будови гідрологічної мережі

України. Вміст загального органічного вуглецю складає 6-65 мг/л, що в 5-10 разів більше ніж в країнах Європи [142]. Органічні речовини різноманітні, однак основну їх частину складають гумінові сполуки, що визначають кольоровість води та представлені фульво- та гуміновими кислотами, а також їх солями [43, 143]. Зазначені речовини (до 85-90 %) поступають у ґрунти та води із продуктами перетворення рослинних та тваринних залишків [144], зокрема, через розклад синьо-зелених, діатомових водоростей та вищої водної рослинності. Разом з органічними речовинами у річкову воду надходять і мінеральні, наприклад, залізо, марганець тощо [145]. Сезонні погіршення якості річкової води за органічною компонентою здійснюються завдяки збільшенню важкоокиснюваних речовин, тобто хімічного споживання кисню (ХСК) [146]. У поверхневих водах можуть знаходитися органічні сполуки різних класів і груп, зокрема, продукти метаболізму водної біоти, а також речовини, що утворюються в процесі їхньої хімічної та біохімічної трансформації. Проблемі вивчення органічних речовин поверхневих вод присвячено значну частину наукових праць. Починаючи з 90-х років минулого століття, основні дослідження органічних речовин було сконцентровано на вивченні вмісту та динаміки їхніх окремих груп, зокрема гумусових речовин, вуглеводів та білковоподібних речовин у водосховищах Дніпра та річках басейну Прип'яті [147-149].

Високий вміст гумусових речовин обумовлює кольоровість річкової води, вміст якої внаслідок зниження концентрації кисню у воді негативно впливає на розвиток водних рослинних та тваринних організмів і погіршує органолептичні властивості води [150]. У водах озер та водосховищ переважну більшість мають гумусові речовини планктонного та ґрунтового, ґрунтових – ґрунтового, болотних – рослинного походження. Вода річок вміщує в собі всі види гумусових речовин у різних співвідношеннях, які знаходяться переважно у розчиненому стані. Планктонний гумус накопичується у воді під час руйнування планктону в аеробних умовах [151, 152]. Річки з болотним харчуванням можуть мати низький водневий показник (до 6 одиниць рН), у південних районах цей показник якості річкових вод

іноді більше як 8,5 [153]. Критерієм оцінки походження органічних сполук є коефіцієнт колірності (K_k), що визначається за формулою:

$$K_k = K : \text{ПО}, \quad (1.1)$$

де K – колірність води, градус;

ПО – перманганатна окиснюваність, мг/л.

Коефіцієнт колірності зменшується для водотоків з малою швидкістю течії, наприклад, у Кременчуцькому водосховищі, а також у водних джерелах, що вміщують органічні речовини торф'яного, ґрунтового, планктонного походження [151, 154].

Помітну роль у формуванні органічних речовин у водоймах з уповільненим водообміном (водосховища, озера, ставки) відіграють донні відклади, завдяки яким у воду може надходити до 5-11 % органічних сполук. Залежно від стійкості до дії різних окисників розрізняють легко- та важкоокиснювані розчинені органічні речовини. Перші з них окиснюються перманганатом калію, тоді як для окиснення других необхідний сильніший окисник, найчастіше це – дихромат калію. Тому для характеристики розчинених органічних речовин використовують перманганатну та біхроматну окиснюваність і загальний органічний вуглець [149, 155, 156].

Органічні речовини поверхневих вод відіграють надзвичайно важливу роль у формуванні якості водного середовища різнотипних водних об'єктів, оскільки беруть участь у різноманітних фізико-хімічних і біохімічних процесах, направленість і інтенсивність яких визначається переважно їхнім складом і вмістом. Вони є джерелом багатьох поживних речовин, і водночас значною мірою впливають на біодоступність металів та біогенних елементів у водних екосистемах. Найбільше це стосується гумусових речовин, які визначають шляхи міграції металів і органічних ксенобіотиків та їхній розподіл між абіотичними компонентами водних об'єктів [143, 149, 157-161].

На вміст органічних речовин впливають атмосферні та стічні води (алохтонні), а також продукти метаболізму гідробіонтів та деструкції решток відмерлих

рослинних та тваринних організмів (автохтонні) [156, 162-164]. Спостерігається швидке зростання кількості органічних речовин у воді внаслідок надходження у воду продуктів життєдіяльності та відмирання водоростей в період «цвітіння», що погіршує кисневий режим водного середовища, змінює кислотно-лужний баланс [165]. Бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей збільшує кольоровість, кислотність та в'язкість води, надає їм специфічного запаху і смаку, призводить до замору риби, загибелі водоплавних птахів, ускладнень у технічному та питному водопостачанні, створює перешкоди нормальній роботі гідротехнічних споруд тощо [166-168]. небезпека токсикогенного «цвітіння» ціанобактерій посилюється внаслідок відмирання клітин водоростей, що призводить до збільшення вмісту у воді амонію та аміаку і переходу важких металів у рухомий стан, посилюючи їх токсичність для біоти [169]. Ціанобактерії слід вважати важливим чинником негативного впливу на екосистеми поверхневих водойм і стан здоров'я населення [170]. Токсини, що продукують ціанобактерії, можуть впливати на печінку (гепатотоксинів), нервову систему (нейротоксини), різні клітини (цитотоксини), орган зору і слизові оболонки, викликають дерматити й алергії [18]. Продукти метаболізму ціанобактерій, що відносяться до групи фосфор- і сірковмісних органічних сполук, є нервово-паралітичними отрутами. Їхня дія проявляється у виникненні дерматозів, шлунково кишкових захворювань, а у разі потрапляння великої маси водоростей всередину організму може розвинутися параліч [171].

Фосфор і азот є двома поживними речовинами, що надходять у водойми із стоками та призводять до «цвітіння» води. Азот у водних об'єктах знаходиться в основному у вигляді катіонів амонію, нітрит і нітрат-аніонів, фосфор – у вигляді ортофосфатів [172]. Останні 7-10 років значний відсоток у проблему «цвітіння» води роблять саме фосфати, які потрапляють у води з сільськогосподарських угідь, але це лише 5 %, а 95 % потрапляє у водойми з побутовими стічними водами через наявність фосфатних мийних засобів [84]. Дослідження науковців університету Міннесоти свідчать, що добрива газонів та відходи домашніх тварин можуть бути домінуючими джерелами азоту і фосфору, що забруднюють річкову воду [173]. У

статті інших дослідників цього ж університету зазначено, що бактерії в озерах відіграють ключову роль у збереженні якості води шляхом поглинання надлишку азоту та фосфору, але на їх життєдіяльність впливає склад води. Вказано також на таке: «У деяких випадках додавання надто багато фосфору та азоту в озера подібне до того, що відбувається з організмом людини, що хворіє на діабет I типу – наші озера стають менш здатними реагувати на збільшення вуглецю, так само як і організм хворої людини стає менш здатним реагувати на інсулін. [174]. Отже, збагачення води органічними та біогенними речовинами призводить спочатку до порушення біологічної рівноваги і пригнічення самоочищення водойми, а потім – до зміни типу її екосистеми на евтрофний, дефіциту кисню та створення сприятливих умов для розвитку патогенної мікрофлори, збудників захворювань та канцерогенних N-нітрозамінів [175, 176].

А втім, одночасно в евтрофних водоймах складаються сприятливі умови для процесів самоочищення. Водорості є одним з найактивніших агентів очищення забруднених природних вод. Використовуючи фотосинтез, вони здатні до самостійного відтворення органічних речовин з неорганічних за допомогою енергії світла (автотрофний тип харчування). Протококові водорості мають здатність варіації типу харчування, коли поряд з автотрофним у певних умовах можуть переходити до гетеротрофного, причому вони засвоюють азот і вуглець з найрізноманітніших джерел [177]. Восени аеробний розпад органічних сполук сповільнюється, але активність денітрифікаторів зростає, тому збільшується швидкість сумарної деструкції органічних речовин [178].

Отже, склад і концентрація органічних речовин у поверхневих природних водах визначається сукупністю багатьох різних за своєю природою і швидкістю процесів. До найважливіших з них належать прижиттєві та посмертні виділення гідробіонтів, надходження з атмосферними опадами, поверхневим стоком, інших водойм, боліт, торф'яників, промисловими і господарсько-побутовими стічними водами [149].

Особливо гостро проблема охорони водних ресурсів стоїть для транскордонних водойм. Наприклад, забруднення води річки Десни завислими

речовинами, нафтопродуктами, фенолами, залізом здійснюється через скидання стічних вод як на території України, так і Росії. Важкі метали надходять із території Росії, після кордону з цією країною до міста Чернігова якість води покращується, нижче за течією від цього міста погіршується через скиди стічних вод. Забруднення вод фенолами, нафтопродуктами відбувається здебільшого вже на території України [179].

Чинники забруднення вод різних річок України мають загальні риси. Наприклад, основною причиною забруднення води р. Стир біля с. Козлиничі Маневицького району є тривала дія відходів промислових, сільськогосподарських підприємств, отрутохімікатів, добрив, гербіцидів, що застосовувалися під час обробки землі, значною кількістю побутових відходів, транспортом, меліорацією, заплавнорелюєвими та ерозійними процесами. Водночас вода р. Стир за показниками сольового блоку належить до 1-го та 2-го, еколого-санітарними, токсикологічними та радіаційними – 2-го та 3-го класів якості [98]. Річкова мережа Національного природного парку «Вижницький», що формують басейни річок Черемош та Сірет, піддається антропогенному впливу через забруднення сільськогосподарськими та побутовими стічними водами. Отримані результати свідчать про зростання величини показників біохімічного споживання кисню (БСК) та ХСК від витоків до гирла зазначених водотоків. Це цілком відповідає прогресуючій тенденції, що намітилася останніми роками в басейнах водотоків Буковинських Карпат. Вниз за течією має місце забруднення річкових вод змивами органічної природи із прибережної та природозахисної зони, які розкладаються із використанням розчиненого кисню у воді. При цьому має місце зменшення вмісту кисню та зростання показників окиснюваності води, що свідчить про збільшення органічного забруднення водотоків. Встановлено тісний кореляційний зв'язок між показниками БСК, ХСК та величиною мікробіологічних показників [180]. Із основних причин погіршення стану якості води поверхневих водоймищ Харківської області, які використовуються як зони рекреації, є недостатня очистка міських стічних вод, що скидаються у водні об'єкти, забруднення рекреаційних водойм інвазіями чужорідних видів. За результатами санітарних досліджень визначено, що

стан води рекреаційних водойм басейну ріки Сіверський Донець у межах Харківської області незадовільний. Установлено перевищення нормативних вимог за такими санітарно-хімічними показниками: БСК₅ – у 1,8-6,0 разів, ХСК – у 1,4-4,3 рази, фосфатами – у 3,2 раза, сульфатами – у 1,6 раза. Загалом у 2014 р. з-поміж досліджених 123 проб води поверхневих водойм Харкова не відповідав нормативним вимогам 33,3 % проб за мікробіологічними та 59 % проб за санітарно-хімічними показниками [181-183]. Основними джерелами забруднення води водойми в межах Харківської, Донецької та Луганської областей є промисловість, житлово-комунальне господарство і поверхневий стік. Проведений аналіз доводить те, що забруднення поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець в межах 3-х областей має хронічний характер із пріоритетним впливом хлорорганічних пестицидів, поверхнево активних речовин та шкідливих для здоров'я населення хімічних сполук залежно від специфіки промисловості кожної із областей. Встановлено значне забруднення поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець органічними речовинами та солями важких металів, що зумовлено постійним надходженням у водні об'єкти стійких органічних та мінеральних сполук з більшої частини водозбірного басейну. Забруднення легкоокислюваними органічними сполуками має локальний характер і зумовлено скидами з очисних споруд та «цвітінням» води у водосховищах. Дефіцит водних ресурсів у регіонах басейну р. Сіверський Донець свідчить про те, що перспективи розвитку всіх областей повинні орієнтуватися на безводні або маловодні технології [184, 185]. Джерелами забруднення річок Чернігівської області є комунальні підприємства (КП), що здійснюють 96,3 % скидів від загального їх обсягу в області. Річки області відчують на собі антропогенне навантаження, особливо це стосується малих річок. Ці водотоки маловодні, без чітко вираженого русла, переливаються в долини під час повеней, часто пересихають. Деякі малі річки за своїми гідрологічними параметрами не справляються із забруднювальними речовинами, що потрапляють у воду. Майже у всіх створах цих водойм, а особливо нижче скиду очисних споруд, фіксується перевищення ГДК амонію, сольового складу та нітритів [186]. Річка Золотоношка є лівою притокою Дніпра та однією з найзабрудненіших річок Черкаської області. Це

зумовлено недостатньою ефективністю роботи каналізаційних очисних споруд м. Золотоноша, на які надходять комунальні та промислові стічні води, а також незадовільним станом каналізаційних мереж, насосних станцій та споруд зливової каналізації, що призводить час від часу до знищення водних живих ресурсів. Особливо під час теплого періоду року виявляється забруднення вод за мікробіологічними та органічними показниками [187].

Українськими дослідниками розглянуто характеристику забруднення поверхневих вод України на прикладі 2013 р. Отримані результати показують, що за показниками іонного складу води більшості річок басейнів мають одиничне забруднення ($< 10\%$), у басейнах Південного Бугу та Дону – нестійке забруднення ($10-30\%$), а в річках Приазов'я воно має домінуючий характер ($> 50\%$). Практично у всіх водних басейнах забруднення біогенними елементами має стійкий характер (від 30 до 50 % проб). Найгірша ситуація спостерігається з важкими металами, за цим показником усі річкові басейни мають стійке забруднення [188]. За даними інших досліджень [82], найбруднішими є води Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра, Сіверського Донця.

Хімічний склад природних вод є інтегральною характеристикою, що віддзеркалює вплив на довкілля природних та антропогенних чинників. Особливо відчутне погіршення якості води у дніпровських водосховищах [92, 161]. Знищення Дніпра розпочалося у 1930-х і завершилося у 1960-х роках. Це, без перебільшення, є міжнародним екологічним злочином, оскільки йдеться про третю за довжиною річку Європи, яка тече через території трьох країн [189] та є найкрупнішою водною магістраллю України, найпотужнішим поверхневим вододжерелом. Води цього водного об'єкта використовуються для: роботи дніпровських електростанцій, рибного господарства, зрошення, водного транспорту, скиду зворотних вод, технологічних цілей промислових підприємств, оздоровчих цілей населення, його питних потреб тощо [4, 190]. Систематична акумуляція і перевищення значень гранично допустимих концентрацій важких металів та біогенних речовин у поверхневих водах р. Дніпро унеможливує забезпечення сприятливих умов для

використання води для рекреаційного, рибогосподарського та питного призначення [191].

Отримані розрахункові дані дозволили виявити деякі особливості впливу міських територій на хімічний склад поверхневих вод у басейні Дніпра. Найістотніше вплив міст проявляється стосовно біогенних показників. Відносний приріст стоку хімічних речовин нижче міст у середньому 132 % становить для фосфору мінерального, майже 80 % – амонійної і нітритної форм азоту та 40 % – азоту нітратного. Підвищення вмісту біогенних елементів насамперед пов'язане із специфічним складом господарсько-побутових вод та недостатнім ступенем очистки останніх стосовно азотних і фосфорних сполук. Середній приріст стоку компонентів токсичної дії, таких як феноли та низка важких металів (цинк, хром (6+), мідь), коливався у межах 10-30 %. У воді річок нижче міст зростають концентрації таких речовин як СПАР та нафтопродукти. Розрахунки показали, що на урбанізованих територіях, крім промислових і господарсько-побутових стічних вод, наявні інші джерела надходження забруднювальних речовин у водні об'єкти – це зливові (дощові, талі) води та стічні води від поливання і миття міських територій. Роль цього чинника у забрудненні поверхневих вод басейну Дніпра є істотною і можна припустити, що в майбутньому вона постійно зростатиме зі збільшенням площі міст та їх благоустроєм. За останні десятиліття у басейні Дніпра відзначалося поступове зростання вмісту фосфатних іонів у воді, у зв'язку з чим ще 15 років тому був зроблений висновок про глобальне евтрофування поверхневих вод басейну [192].

Забруднення води важкими металами негативно впливає на гідробіоти і процеси самоочищення в екосистемах дніпровських водосховищ. Особливо гостро ця проблема постає на ділянках акваторії, де розташовані такі великі промислові міста, як м. Дніпро, де функціонують підприємства металургійної, коксохімічної, хімічної, енергетичної, машинобудівної, металообробної і багатьох інших галузей промисловості, створюючи потужне забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та підземних вод. Зазначене обумовило проведення досліджень, результати яких наведено нижче. Порівняно з 1986-1987 рр. у 2005-2015 рр. на досліджуваній ділянці акваторії Дніпра вміст у воді Zn, Cr, Mn, Co, Pb і Cd помітно

знизився, але водночас збільшилася присутність Fe та Cu. Зокрема, середня концентрація Cu у 2005-2015 рр. майже не опускалася нижче як 0,02 мг/л, тобто була на рівні, спроможному негативно позначатися на чисельності, розвитку і життєдіяльності планктонних організмів (насамперед фітопланктону) і в такий спосіб гальмувати процес самоочищення водного середовища. Хоча вміст Pb і Cd знизився у середньому до рівнів ГДК рибгосп і нижче, але необхідно мати на увазі, що ці метали є синергістами, тобто можуть підвищувати токсичну дію інших металів. Співвідношення концентрацій заліза до марганцю стрімко зросло (з 0,1 до 2,9 разів), що може сприяти зменшенню токсичності марганцю відносно гідробіонтів. До того ж комбінована дія важких металів та мінерального азоту (зокрема, підвищені концентрації важких металів у таких сполученнях: Zn+N, Fe+Zn, Cu+N, Cd+N, Cd+Fe) негативно впливає на розвиток хлорококових водоростей, що входять до раціону зоопланктону [193, 194]. Іншими дослідниками з'ясовано, що важкі метали накопичуються у донних відкладеннях і є небезпечними для водних біоб'єктів, і здебільшого для риби, яка використовується у харчуванні [195].

Здійснено оцінку якості води Кременчуцького водосховища й Північного прорізу за екологічними і гігієнічними критеріями з використанням ДСТУ 4808:2007 [91]. Проаналізовано, що вода за комплексним інтегральним індексом ($I_{\text{інтегр.}}$) належить до «доброї» – «задовільної», «прийнятної» (2-3 класи). Винятки становлять тільки блоки гідробіологічних показників (4 клас – «обмежено придатна», «небажана» якість води) і радіаційної безпеки (1 клас – «відмінна», «бажана» якість води). Визначено, що найсприятливішим сезоном року є зима й, частково, весна, коли якість води коливалась від 1-го до 2-го класу за середніми і найгіршими значеннями. Щодо літа-осені, то вода в цей час погіршується до 3-го класу. Визначено закономірності формування гідрохімічного і гідробіологічного режимів у сезонній динаміці. З'ясовано, що основною причиною погіршення якості води Кременчуцького водосховища та Північного прорізу є інтенсивний розвиток фітопланктону, масова поява якого припадає на період від червня до жовтня, з піковими сплесками в липні і вересні. Показано, що для літньо-осіннього сезону

характерні неприємний присмак і «гнильний» запах (3-4 бали), підвищення кольоровості (до 60 град.) і каламутності (5-22,2 мг/л) та ступеня мікробіологічного забруднення води (ЗМЧ – до 6750 КУО/см³). В період розкладення фітопланктону зафіксовано зростання частки забруднення води біогенними компонентами, в основному амонійним азотом (0,46 мг/л) і фосфором фосфатів (0,100-0,546 мг/л), та вмісту органічної речовини (біхроматна окиснюваність – 32,8-35,6 мг/л). Багаторічна сезонна динаміка органічної речовини у водосховищі і прорізі свідчить про зростання величини біхроматної окиснюваності: від 19,6 і 17,4 мг /л (мінімум) навесні до 32,8 і 35,6 мг /л в літньо-осінній період відповідно. При цьому для водойм характерним є практично незмінний по сезонах року вміст органічних речовин, які легко окиснюються: ПО взимку – 8,3-9,4 і 8,0-8,5 мг/л, влітку-восени – 11,0-12,6 і 10,8-12,5 мг/л відповідно. Ці явища є характерною особливістю евтрофних водойм і основною причиною зниження нормативної якості питної води та виникнення епідемічної небезпеки для населення.

Отже, через те, що у р. Дніпро скидаються майже 40 % неочищених господарсько-побутових і 42 % промислових стічних вод [84], створюється низка екологічних проблем, зокрема: бурхливий розвиток планктонних водоростей (в основному – синьо-зелених) і макролітів; забруднення дніпровської води важкими металами на ділянках акваторії, де розташовані та функціонують підприємства металургійної, коксохімічної, хімічної, енергетичної, машинобудівної металообробної і багатьох інших галузей промисловості. При цьому деякі компоненти хімічної складової стічних вод і поверхневого стоку разом із токсичними продуктами метаболізму водоростей загострюють ситуацію, погіршують якість дніпровської води і гальмують самоочищення екосистем дніпровських водосховищ [22].

Визначення рівнів забруднення води у річковій системі на основі обмежених спостережень є найважливішим завданням [196]. Екологічна оцінка якості води річок важлива для узагальнення інформації про екологічний стан водних об'єктів, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих водоохоронних

рекомендацій щодо прийняття відповідних управлінських рішень у галузі використання, охорони та відтворення водних ресурсів [197].

Розробка науково обґрунтованих критеріїв оцінки екокризи прісноводних екосистем, що знаходяться під антропогенним впливом різної природи стає дедалі актуальнішою і надзвичайно складним завданням. Необхідна методологія побудови узагальнених критеріїв як для контролю «критичності» антропогенного навантаження, так і для оцінки ступеня трансформації екосистеми. Для практичної оцінки екологічного стану водних об'єктів раціональний шлях комплексування тим чи іншим способом параметрів функціонування екосистеми в один або кілька індексів, що виступають у ролі інтегрального критерію. Для розрахунку індексу можливо використовувати найінформативніші та широко використовувані в практиці гідрохімічні (органічна речовина, фосфати та ін.) показники [198]. Інші дослідники зазначають, що на сьогодні не існує загально визнаного універсального методу оцінювання якості водних об'єктів або ступеня їх забруднення чи якості води. Наявні численні методи та методики прямо чи опосередковано базуються на трансформації кількісних показників у якісні індекси екологічного стану. Саме на основі методик трансформації розробляються численні авторські (експертні) методики, котрі можна класифікувати як за областю дослідження стану водного середовища (гідрохімічного, гідрологічного, санітарно-гігієнічного, мікробіологічного, гідроекологічного тощо), так і за видом водокористування – для питних потреб, зрошення, риборозведення, рекреації тощо [199, 200]. Наприклад, інтегральна оцінка якості води на основі індексу-показника «трьох Б» (безпеки, нешкідливості, сприятливості) [201] дозволяє вести статистичні бази даних за складом питної води в масштабі регіонів і країни загалом. В екології існує низка прийомів, що дозволяють об'єднувати сотні характеристик в одну величину, наприклад, «якість життя». Однак, такий підхід має і свої недоліки через різний вплив речовин на організм людини, ефекту синергізму, нерівнозначність точок контролю тощо. Чому методика інтегральної оцінки стає популярною, хоча має свої недоліки? Можливо, через доступність, уніфікованість процедури розрахунку, розробки математичного апарату, коли on-line може за кілька хвилин вирішити

завдання [202, 203]. «Індекси якості води», що розраховуються, відображають загальний уніфікований стан якості води та зображують складний вплив різних її параметрів. Актуальним є розробка нового універсального, тобто прийнятого в усьому світі зазначеного індексу у спрощеному форматі, який може представляти надійну картину якості води [204].

Вивчення характеристик води може базуватися на використанні різноманітних методичних підходів. Як технологію системного аналізу вирішення багатьох завдань дослідники використовують математичне моделювання, тобто представлення тих чи інших явищ та об'єктів навколишнього середовища в уніфікованому вигляді з метою порівняння їх протягом часу або аналізу сценаріїв розвитку, складних надзвичайних ситуацій [205, 206]. Наприклад, під час вивчення якості води річки Гомгі в Індії упродовж 5 років за 24 параметрами (17790 проб) інформація оброблялася різними багатовимірними методами, такими як кластерний, факторний, дискримінантний аналізи. Кластерний та дискримінантний аналізи дозволили зменшити перелік необхідних для вивчення показників якості води, окресливши декілька параметрів індикаторів, що спричиняють суттєві коливання якості води. Дослідження підтвердили доцільність використання багатовимірних статистичних методів оцінки для інтерпретації великих комплексів даних з метою отримання найкращої інформації про якість природної води та побудови мережі моніторингу ефективного управління водними ресурсами [207]. Використання кластерного аналізу для дослідження якості води річки Фудзі в Японії протягом 8-ми років (1995-2002 рр.) за 12 показниками (14976 проб) дозволило виявити три кластери показників. Факторний аналіз дозволив визначити, що показники, які описують зміни якості води, в основному пов'язані з викидами та температурою, органічним забрудненням (скидами побутових стічних вод) та біогенними речовинами, що надходять через розвиток сільського господарства та плодкових садів у сильно забруднених районах водного басейну. Виявлено, що декілька показників (температура, БСК, рН, електропровідність, нітрати та аміак тощо) можуть використовуватися для спостережень за якістю води як індикаторні. Дослідження дозволили зменшити розмірність великого набору даних для оцінки якості річкової

води, визначення чинників забруднення, просторових варіацій якості та ефективного управління водними ресурсами [208].

Створена модель просторової тенденції зміни якості води із використанням модифікованого індексу забруднення води, розрахованого на основі середньорічних концентрацій шести показників оцінки якості води, які значно перевищують їх гранично допустимі концентрації: розчинений кисень, БСК у воді за 5 діб, азот амонійний, фосфати, цинк і мідь. Систематична акумуляція і перевищення значень гранично допустимих концентрацій важких металів та біогенних речовин у поверхневих водах р. Дніпро унеможлиблює забезпечення сприятливих умов для використання води для питних потреб, культурно-побутового та рекреаційного, рибогосподарського призначення. Негативні процеси значною мірою ускладнені дифузним забрудненням поверхневих вод в результаті інтенсивного і нерационального ведення сільського господарства та відсутності обґрунтованих заходів щодо оптимізації структури земельного фонду на основі басейнових позиційно-динамічних і адаптивно-ландшафтних протиерозійних принципів геопланування з метою максимального зменшення негативного сільськогосподарського впливу на екосистему і створення передумови для раціонального використання та оздоровлення земельних і водних ресурсів транскордонного басейну Дніпра [20].

На державному рівні [209, 210] визнано основний чинник забруднення поверхневих водойм – недотримання водоохоронних зон, а також додаткові – застарілі каналізаційні споруди, надмірне використання води, недосконалість наявної нормативно-правової бази, практична відсутність будівництва й реконструкції об'єктів каналізації та водопостачання, що регламентовані відповідними державними програмами та ін. [80, 211-213]. Порушення правил господарювання у водоохоронних зонах, спрямовування русел річок, їх зарегулювання призводить до змін гідравлічного режиму, порушення гідравлічного зв'язку з підземними водами, втрати стоку, деградації екосистем взагалі. До основних екологічних проблем слід віднести відсутність басейнового принципу управління водними ресурсами [214].

Упорядкування водоохоронних зон річок є найважливішою складовою заходів з раціонального використання та охорони водних і земельних ресурсів, що забезпечують належний рівень природно-технічного та санітарного стану річок. Екологічний стан річки поліпшують, впроваджуючи комплекс спеціальних заходів як на самій річці, так і території її басейну, до яких входять: організаційно-господарські (регламентація господарської діяльності у прибережній зоні тощо), організаційно-технічні (визначення та закріплення на місцевості водоохоронних зон і прибережних захисних смуг тощо), технічні (розчищення русла тощо), гідроагротехнічні та гідролісомеліоративні (направлені на зменшення біогенного навантаження). У разі необхідності зменшення «потужності» біогенного навантаження впроваджують заходи щодо зменшення поверхневого стоку (залуження, лісонасадження, обвалування тощо) або вдаються до технічних рішень щодо відведення стоку – у канави, балки, яри, болота, відстійники та біологічні ставки. Характер заходів та технічні параметри на місцевості визначають з урахуванням розташування джерел виносу біогенних елементів, віддаленості їх від рівня води та можливостей господарства [215].

На сучасному періоді у сфері охорони водних ресурсів та їх раціонального використання у ролі пріоритетних завдань визначені такі: удосконалення нормативно-правової бази управління водними ресурсами, впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами, прогресивних технологій водозабезпечення та водовідведення, посилення контролю і відповідальності за скидання неочищених стічних вод у водні об'єкти, ліквідація полігонів твердих побутових і промислових відходів та ін. [80]. Серед основних завдань щодо поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки населення передбачається «реформування системи державного управління в галузі охорони та раціонального використання вод шляхом впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом». Узагалі ж басейновий принцип управління визначається як комплексне інтегроване управління водними ресурсами в межах території річкового басейну [216, 217]. Потрібно погодитися з науковою позицією багатьох вчених щодо необхідності впровадження в Україні інтегрованого

підходу до управління водними ресурсами, що передбачено Водною Рамковою Директивою 2000/60/ЄС [218], та є принципово новим підходом до системи управління водними ресурсами [217, 219]. Головним напрямком подолання всіх проблем, пов'язаних з використанням водних ресурсів, повинен стати інтегрований водний менеджмент, який введений у країнах ЄС. Мається на увазі комплексне і міжвідомче (в перспективі надвідомче) регулювання водних ресурсів на засадах їх постійного цілісного моніторингу та кадастрової оцінки [220]. Набір інструментів, як-от соціальна та екологічна оцінки, економічні показники та системи моніторингу, збору та обміну інформацією, повинні підтримувати цей процес [217, 221]. Отже, основними цілями управління природокористуванням є запобігання його деградації шляхом зниження антропогенного навантаження та розвиток сприятливих з екологічних позицій видів господарської діяльності [222].

Екологічне оздоровлення річкових басейнів повинно бути одним із найважливіших пріоритетів державної політики. Велике значення для підтримки стійкого екологічного стану річок має роз'яснювальна робота, спрямована на пропаганду серед населення необхідності охорони річок від забруднення [223]. Громадам важливо розуміти особливості місцевих джерел питного водопостачання. Знання водних ресурсів є корисним у розробці ефективних водних стратегій [224, 225].

1.2. Водопровідні питні води та сучасні реагенти, що використовуються для їх очищення

Забруднення довкілля та питної води – головна глобальна проблема, яка потребує ретельної оцінки та перегляду системи використання водних ресурсів на всіх рівнях [226-228]. Якісна питна вода є базовою складовою внутрішнього і зовнішнього середовища людини, тому забезпечення населення якісною питною водою виступає стратегічним національним інтересом будь-якої держави. Забезпечення населення у достатній кількості доброякісною питною водою дозволяє вирішити три основні проблеми:

– попередити вплив води як чинника передачі та наступного виникнення інфекційних захворювань бактеріальної, вірусної та гельмінтної етіології;

– попередити етіологічну роль води у виникненні захворювань, пов'язаних із надмірним надходженням в організм речовин з токсичною, алергенною, мутагенною, канцерогенною та ембріотоксичною дією;

– виключити роль води у виникненні у людини нервово-психічних перевантажень, пов'язаних з її незадовільними органолептичними властивостями як природного, так і штучного походження [229].

Якість питної води відноситься до чинників, що безпосередньо впливають на стан здоров'я населення [17, 54, 230-233]. Питна вода, отримана з поверхневих джерел, може бути потенційно небезпечна у епідемічному відношенні, тому що технології її очищення та хлорування не гарантують повного видалення вірусів, грибів, гельмінтів та їх яєць [234, 235]. Бактерицидна дія хлору полягає у пригніченні обміну речовин та окисленні складових клітин мікроорганізмів, в результаті чого вони гинуть. Під час хлорування не відбувається повної стерилізації води, в ній залишаються поодинокі хлоррезистентні індивіди, що зберігають життєздатність [236, 237]. Понаднормативний вміст органічних речовин у питній воді може сприяти вторинному забрудненню питної води у результаті мікробного росту у водопровідних спорудах та розподільній мережі [34, 238]. Визначено, що у всіх випадках невідповідної якості водопровідної питної води міста Одеси вимогам епідемічної безпеки (5 % проб за показником «загальне мікробне число») спостерігаються відсутність у воді залишкового вільного хлору та понаднормативні рівні ПО, при цьому виявляється незадовільний санітарно-технічний стан водопровідних систем. Про це свідчить нестабільність значень показників якості водопровідної питної води при її транспортуванні у місті та безпосередньо у житлових будинках, а саме суттєві коливання протягом дня концентрацій: заліза (30-80 % проб), ПО (40-60 % проб), залишкового вільного хлору (65-95 % проб), запаху та каламутності (65-80 % проб) [239].

За останні п'ять років у країні внаслідок спалахів гострих кишкових інфекцій із водним шляхом передачі збудника постраждало понад 5000 осіб. Невідповідність

якості питної води нормативним вимогам є головною причиною поширення в країні вірусного гепатиту А, інфекцій ротавірусних та бактеріальної природи. За рівнем захворюваності вірусним гепатитом А, для якого водний чинник передачі вірусної інфекції є визначальним, Україна посідає одне з провідних місць серед країн Європи. Протягом останнього 10-ліття в країні офіційно зареєстровано 61 спалах гострих кишкових інфекцій, пов'язаних із водним чинником передачі збудника. Постраждало 8083 особи, із них – 50,2 % діти [14, 82, 240-244]. Однак, майже 50 % захворювань завдяки водному чиннику залишаються недіагностованими [245].

Водопровідна питна вода Українського Придунав'я характеризується високими рівнями вірусної контамінації, яка перевищує відповідні показники в області. Це свідчить про низьку ефективність очищення стічних вод та води поверхневих водойм [27]. Вивчення бар'єрної ролі очисних споруд відносно ротавірусів, ентеровірусів, вірусу гепатиту А, аденовірусів і реовірусів іншими авторами показало таке: при значних рівнях контамінації вихідної річкової води ротавірусами, аденовірусами і реовірусами відсоток елімінації даних вірусів був або вкрай незначним (17 % для ротавірусів) з подальшим збільшенням до 62 % завдяки додатковому хлоруванню на хлораторних станціях, або, якщо і становив більш високу величину, наприклад, для аденовірусів – 41 %, нівелювався вторинним забрудненням очищеної води у розподільній мережі [24, 246]. Слід зазначити, що природа мікробних контамінантів водопровідних вод дотепер невивчена. З водопровідної води 17-ти міст США були виділені 5 типів бактерій (їх вміст складав 98 % від загальної кількості), *Cyanobacteria* (29 %, включаючи хлоропласти), ці мікроорганізми були подібні у водах всіх міст і не залежали від вигляду вихідної води. Така подібність може бути наслідком селективного впливу хлорування і загальних умов транспортування води трубопроводами [247].

Отже, застосування сучасних методів, що застосовуються на водопровідних станціях, не забезпечує повної інактивації мікроорганізмів, а сприяє їх трансформації у новий стан, при якому вони не визначаються класичними мікробіологічними методами аналізу, але зберігають свою життєздатність та патогенні властивості [7, 248, 249]. Наприклад, було показано, що клітини *Vibrio*

cholerae, E. coli, Legionella pneumophila та різних інших бактерій відновлюють культуральні властивості після їх надходження в кишкові тракти тварин [250].

На сучасному періоді виявлено поступову заміну патогенного бактеріального компонента агресивнішим грибним, який постійно відносили до умовно патогенних, не враховуючи його потенційно агресивних можливостей. Сьогодні мікози за поширенням слідують за вірусними інфекціями типу герпесу, гепатитів та ВІЛ. Міжнародна спільнота медичних мікологів характеризує мікози як «велетня, що пробуджується» [80, 251, 252]. Повсюдно водопровідні труби піддаються біообростанню, у воді виявляються некультурабельні форми мікрофлори, навіть дуже токсичні для людини представники мікроскопічних грибів роду *Penicillium* [253]. Результати моніторингу якості водопровідної питної води, відібраної у різних адміністративних районах міста Києва, свідчать про присутність у ній грибів родів *Candida*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus*. Виявлено, що на їх кількість та видовий склад впливає термін експлуатації водорозподільної мережі. Середня кількість мікроміцетів варіюється в діапазоні від 8 до 18 КУО/100 см³, що, на думку авторів роботи, свідчить про необхідність розробки нормативних документів з мікологічного контролю води і технологій з видалення з неї міксоміцетів [254].

Мікроорганізми, що утворюють обростання внутрішніх поверхонь водоводів у системах транспортування питної води, не тільки негативно впливають на її якість, але й беруть активну участь у руйнівних корозійних процесах. Руйнування металевих труб за участю бактерій проходить набагато швидше, ніж у разі електрохімічного процесу корозії. У деяких випадках у результаті біоелектрохімічної корозії прорив труб відбувається вже через 10-14 місяців з початку експлуатації. Особливо часто таке відбувається у системах водопостачання з підземними водами [255, 256].

За даними наукової літератури [240], основна кількість спалахів пов'язана із забрудненням водопровідної води внаслідок аварійних ситуацій у мережах водопостачання й водовідведення. Чинниками аварій та спалахів є незадовільний технічний стан мереж, корозія, наявність інфекційних агентів у ґрунтах біля

трубопроводів та поява стрибків тиску тощо. У аварійному стані знаходяться 28,8 % головних колекторів, 31,6 % вуличних та 32,1 % внутрішньо квартальних і дворових мереж [84]. Виявлено зв'язок між урбогеоморфологічними процесами та стійкістю мережі водопостачання міста і відповідно формування якості питної води [257].

Невідповідність якості питної води нормативним вимогам є однією з причин поширення захворювань як інфекційних, так і неінфекційної етіології: карієс або флюороз зубів (дефіцит або надлишок у воді фтору), водно-нітратна метгемоглобінемія (надлишок у воді нітратів), сечокам'яна або жовчокам'яна хвороби (надлишок у воді мінеральних солей), ендемічний зуб (дефіцит у воді йоду), серцево-судинні хвороби (м'яка або жорстка вода), онкологічні захворювання (через вміст хлорорганічних сполук (ХОС)) та ін. [3, 80, 258-266]. За результатами численних досліджень було доведено, що склад питної води може відбиватися на здоров'ї людини у таких напрямках: викликати хронічну інтоксикацію, одним з проявів якої є зниження імунітету, проявлятися сенсibiliзуючим впливом, викликати бластомогенну, тератогенну, мутагенну дії, впливати на процеси обміну речовин [267-269]. Забруднення навколишнього природного середовища призводить до виникнення ризику для здоров'я людини при таких необхідних і достатніх умовах: існування джерела ризику, присутність даного джерела ризику у шкідливій для здоров'я людини дозі або концентрації, схильність людини до дії згаданої дози токсичної речовини [270]. З кожним роком 1,6 мільйона людей гине від хвороб, пов'язаних з відсутністю доступу до безпечної питної води, недостатньою санітарією та поганою гігієною [271-273].

За даними ВООЗ якість питної води будь-якого водопроводу може мати відхилення від гігієнічних нормативів. Однак, у багатьох випадках на здоров'я негативніше впливатиме відсутність будь-якої води [269]. Зазвичай у США якість вод комунальних питних водопроводів є високою, але щороку майже 7-8 % питних вод громадських систем мають якість, що не відповідає гігієнічним вимогам, але все одно постачаються населенню [274].

Моніторинг якості водопровідної питної води України показує, що з року в рік питома вага нестандартних проб практично не змінюється і становить у середньому

за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками 11-13 % та 4-5 % відповідно. В окремих областях ці показники у воді із систем централізованого питного водопостачання були ще гірші і становили 15-35 % та 6-7 % відповідно [81, 96, 275-277]. Виявляється незадовільна якість водопровідних питних вод загалом у країні і критичний її стан в окремих регіонах півдня та південного сходу [3, 278]. Як вже зазначалося раніш, підземні горизонти, що експлуатуються, часто не мають надійного захисту [3]. Наприклад, невідповідність проб питної води за санітарно-хімічними показниками на 75 % у Рівненській області пов'язана із підвищеним вмістом у ній заліза та каламутності, що є характерним для більшості північних, поліських районів області [279]. Свого часу, враховуючи недостатність питної води відповідної якості та відсутність альтернативних джерел, тимчасово до впровадження відповідних заходів було дозволено використовувати у системах централізованого питного водопостачання підземну воду нестандартної якості за вмістом мінеральних речовин. Однак, зазначена ситуація не змінювалася декілька десятиліть [280]. На сьогодні видача дозволів призупинена, але постачання населенню водопровідних питних вод, якість яких не відповідає вимогам законодавства, проводиться.

Довготривале споживання питних вод, які характеризуються дисбалансом їх мінеральних компонентів, може бути одним із негативних чинників впливу на здоров'я населення [280-284]. Дані проведених досліджень свідчать про те, що мінеральні речовини питної води у понаднормативних концентраціях є чинниками малої інтенсивності, а тому не мають вираженого токсичного впливу на органи та системи організму. Проте при постійному тривалому споживанні некондиційної за мінеральним складом питної води зміни в організмі можуть посилюватися та призвести до розвитку патологічних станів окремих органів (серце, печінка, нирки) [264, 285, 286]. Населення, яке мешкає в контрастних за умовами водопостачання районах Закарпатської області України, відрізняється дефіцитом основних нутрієнтів та їх незбалансованістю, що також негативно впливає на стан здоров'я людей [69, 80, 287, 288]. Встановлено достовірний прямий кореляційний зв'язок між низькими значеннями кальцію, магнію і селену у волоссі людини із

середньою концентрацією цих елементів у питній воді, що вона споживає [289]. Знижене надходження мінеральних речовин до організму людини через споживання питної демінералізованої води не можна компенсувати продуктами харчування. В роботі [290] надані результати досліджень, що підтверджують зроблений висновок щодо негативної дії демінералізованої питної води на здоров'я споживачів та ранні симптоми захворювань: втома, слабкість, головний біль, набряк головного мозку та судоми.

У США, Азії, Європі та інших частинах світу спостерігається зростання забруднення природних вод токсичними речовинами. Серед загальної кількості проб питних вод у США, що не відповідають гігієнічним вимогам, 21 % стосується понаднормативного вмісту нітратів [291-293]. Норматив для цих речовин у питних водах був встановлений, враховуючи ризик виникнення метгемоглобінемії у дітей, але не були розглянуті інші ризики (рак товстої кишки, захворювання щитоподібної залози та ураження нервової системи). За результатами епідеміологічних досліджень датського університету Орхуса виявлено кореляційну залежність між кількістю нітратів у питній воді та захворюваністю на рак. Зокрема, існує ризик виникнення раку через зазначену причину навіть у разі їх концентрації у воді нижчій за гігієнічний норматив (50 мг/л), що свідчить про необхідність зміни цього нормативу [294]. Результатами інших наукових досліджень підтверджено посилення негативного впливу питної води із вмістом нітратів через одночасний вміст кальцію [295].

Вміст нітратів у питних водах виявляється здебільшого через застосування неорганічних добрив та гною тварин у сільськогосподарських районах [295]. У Данії нітрати виявляються переважно у приватних свердловинах і чинником цього є використання добрив у сільському господарстві та особливості природного ґрунтового складу [294].

В Україні спостерігається неухильне щорічне збільшення кількості понаднормово забруднених нітратами джерел питної води, в криницях багатьох областей України цей рівень сягає 950 мг NO_3^- в 1 дм³ [296, 297]. Зазначене змушує закривати криниці та використовувати дорогі багатоступеневі методи очищення

питної води, проте, за даними українських дослідників існує можливість очищення питної води від нітратів за допомогою екологічно та гігієнічно безпечних, корисних для здоров'я людини пробіотичних бактерій [298].

Проблема забезпечення населення Волинської області доброякісною питною водою полягає у необхідності зниження вмісту заліза через високу його концентрацію у водоносному горизонті. Вміст заліза рекомендується мінімізувати у питній воді до 0,3 мг/л, інакше воно сприяє розмноженню залізобактерій у водопровідних мережах, погіршує каламутність й інші органолептичні показники якості питної води та руйнує матеріал водопровідних труб і споруд. Через понаднормативний вміст заліза у водопровідній питній воді виявляється невідповідний санітарно-технічний стан мереж водопостачання та виникає необхідність профілактичного знезараження питної води [299-302].

Переважає більшість населення України (майже 80 %) використовує для господарсько-питних потреб очищену річкову воду Дніпра, що характеризується, як вже зазначалося, високим вмістом органічних речовин через геологічні особливості будови гідрологічної мережі України [161]. Разом з органічними речовинами через вищезазначені чинники у поверхневу воду надходять і мінеральні, наприклад, залізо, марганець тощо [303]. Органічні та деякі інші речовини частково затримуються традиційними спорудами водопровідних станцій та транзитом надходять до питної води. Дуже часто вміст органічних або інших речовин призводить до погіршення естетичних властивостей води та є найчастішою причиною відмови населення від її споживання [26, 301, 304, 305]. Водночас річкова вода може бути забруднена органічними речовинами як природного, так і антропогенного походження [306]. Наприклад, у США виявлено забруднення водопровідної питної перфторизованими ефірами через скиди заводу Chemours на околиці Фейєтвілля штату Північна Кароліна [307].

У разі понаднормативного вмісту органічних речовин у природній воді під час її хлорування у питній воді утворюється понаднормативний вміст токсичних ХОС [31, 308, 309], до яких відносяться тригалогенметани (ТГМ) та галогенооцтові кислоти [23]. У зв'язку з цим у США контроль якості водопровідної питної води, яка

пройшла знезараження хлором, проводять щодо вмісту чотирьох ТГМ та шести галогенооцтових кислот, сумарні гранично допустимі концентрації яких становлять 80 мкг/дм³ та 60 мкг/дм³ відповідно та відповідають «низькому» канцерогенному ризику для здоров'я споживачів за рекомендаціями Агентства з охорони навколишнього середовища США. Вміст ТГМ у фасованих питних водах у деяких штатах не дозволяється, а у деяких повинен бути ≤ 6 мкг/л, що відповідає «допустимому» зазначеному ризику та збігається з чинним гігієнічним нормативом в Україні [38, 310]. За нормативами ВООЗ у 2011 р. дозволений вміст хлороформу зріс від 200 мкг/л до 300 мкг/л [269]. Однак, дані наукової літератури свідчать, що ХОС у питній воді сприяють виникненню раку [311-314] та несприятливим репродуктивним ефектам [315, 316].

Виявлено, що питна вода із концентрацією ТГМ (сума) 20 мкг/л підвищує ризик вроджених вад на 50-100 % порівняно з водою із їх концентрацією 5 мкг/л [317]. Найпоширеніші з ХОС є леткими та небезпечні у разі внутрішнього споживання питної води, інгаляції та контакту зі шкірою під час прийняття душу, купання у ванній або плавальних басейнах [318]. Викладене не викликає сумнівів, що ці речовини є чужорідними, тобто ксенобіотиками, оскільки у молекулах клітин організму людини і живої природи загалом немає зв'язку між атомами вуглецю і хлору. Тому, адаптаційні механізми до токсичної дії галогенвмісних сполук еволюційно відсутні [319].

Відповідно до даних В. О. Прокопова [320], водопровідна питна вода України з поверхневих джерел питного водопостачання, оброблена «чистим» хлором, вміщує хлороформ у концентраціях 120-180 мкг/л, що несе недопустимий ризик виникнення додаткових випадків онкозахворювань у людей ($1,8-2,4 \times 10^{-4}$). Це означає, що під час вживання протягом життя питної води з відповідним вмістом цього показника можливо очікувати розвиток 180-240 додаткових випадків захворювань на рак у популяції населення чисельністю 1 млн осіб [80, 84, 275, 321, 322].

Для 20-ти ХОС існує доказова база щодо їх канцерогенної активності. Найнебезпечніші серед них – хлороформ, тетрахлорвуглець, трихлоретилен, тетрахлоретилен, дихлорметан, 1,2-дихлоретан, які відносяться до 2-го класу

небезпечності та мають токсикологічну ознаку шкідливості [323, 324]. Трихлоретилен знаходиться іноді у значних концентраціях у питній воді після хлорування поверхневих вод та артезіанських свердловин, розташованих у районах промислових об'єктів, діяльність яких пов'язана із застосуванням або виробництвом трихлоретилену, а також у місцях зберігання небезпечних відходів та проведення бурових робіт [325-327]. У разі наявності у природній воді бромідів та їх хлорування утворюються також бромвмісні побічні продукти дезінфекції, що є більш цито- та генотоксичні, ніж хлорвмісні [328]. Деякі дослідження свідчать, що розчинні мікробні продукти є головними попередниками утворення побічних продуктів дезінфекції, вони вміщують полісахариди, білки та гуміноподібні речовини [34], через вміст фенолів можуть утворюватися ди- або трихлороцтові кислоти [329]. Зелені та діатомові водорості є активнішими попередниками утворення ХОС, ніж синьо-зелені [330]. Показано, що у весняно-літній період концентрації ТГМ та галогеноцтових кислот у питних водах зростають на 350 % та 50 % відповідно [331]. Найбільша частина ХОС утворюється під час первинного хлорування на водопровідних станціях, їх концентрації у питній воді залежать від складу та ступеня забруднення природної води органічними речовинами, дози хлору, часу контакту тощо [3, 332, 333]. Зокрема, на утворення ТГМ впливають географічні та кліматичні умови [334].

Незважаючи на недоліки методу хлорування, його використовують в усьому світі через суттєві переваги порівняно з іншими методами знезараження [319, 335-337]. Аналіз водопровідних систем у таких великих містах світу як Париж, Нью-Йорк, Київ, Тель-Авів, Москва та інших показав, що практично скрізь використовують технологію хлорування [338]. Якщо враховувати зазначене, а також те, що в Україні (як у багатьох країнах світу) найпоширенішим методом знезараження є хлорування рідким хлором або гіпохлоритом натрію [3], то слід визнати, що проблема вмісту ХОС у водопровідних питних водах є актуальною в Україні та світі [339-342]. Визначення концентрацій хлороформу та суми ТГМ у воді з водопровідних мереж двох населених пунктів Пакистану показало, що середні їх значення змінювалися у межах 575–595 мкг/л та перевищували нормативи у США

(80 мкг/л) та ЄС (100 мкг/л) відповідно. З цієї причини очікувана кількість випадків захворювання на рак серед населення може досягати 2-3 для кожного міста на рік. За поширенням ТГМ можливо ранжували так: хлороформ, бромдихлорметан > дибромхлорметан > бромоформ [343]. Перевищення нормативів для ТГМ продовжує фіксуватися як у США, так і країнах Європейського Союзу [344]. З метою їх мінімізації у питній воді перед первинним хлоруванням проводять видалення органічних речовин із води за допомогою коагулянтів і флокулянтів, що дозволяє знизити вміст ТГМ приблизно у 2 рази, та перенести місце введення хлору ближче до фільтрів, зокрема, у США і Канаді це дало можливість знизити вміст ТГМ у питній воді на 60 % [345].

Отже, до чинників невідповідної якості питної води відносять: особливості місцевих ґрунтів та мінералів; нерівномірність забезпечення регіонів якісними джерелами водопостачання; стійку тенденцію погіршення якості води у традиційних джерелах водопостачання населення; повторне забруднення води на очисних спорудах та у водопровідній мережі; необхідність оперативного реагування на якість вихідної води під час одержання питної; наявність застарілих технологій водопідготовки та відсутність коштів на впровадження сучасних новітніх технологій водопідготовки; вплив умов доставки води на її якість та неякісний стан водопровідного господарства загалом; відсутність оперативних стандартних методик з оцінки якості водопостачання та ін. [11, 346-349].

Підтверджено, що в Україні існують схожі проблеми щодо якості питної води на проблеми у європейському секторі. За результатами досліджень Європейської федерації національних асоціацій щодо питних і стічних вод, що охоплювали 73 % населення Європи, виявлено основні проблеми в європейському секторі питної води – забруднення вододжерел небезпечними речовинами, відсутність надійного знезараження і потенційне формування побічних продуктів дезінфекції [350].

На переважній більшості водопровідних станцій у різних країнах світу, що очищують воду з поверхневих джерел, використовуються традиційні і на сьогодні не завжди ефективні основні методи водоочищення – коагуляція, відстоювання, фільтрація та подвійне хлорування [236, 237]. Вибір способу водоочищення повинен

обумовлюватися характером та ступенем забруднення природних вод та техніко-економічними розрахунками [351]. Українські вчені проводять дослідження у напрямку вивчення можливості використання нових технологій на водопровідних станціях. Наприклад, використання діоксиду хлору, комбінованих методів знезараження [352, 353], озонування з адсорбцією на активованому вугіллі [22], безхлорних технологій з використанням вуглекислого газу та УФ-опромінювання [354] або використання нових фільтрувальних матеріалів та ефективніших реагентів (коагулянтів, флокулянтів) [80]. Деякі дослідники рекомендують використовувати препарати на основі солей ПГМГ замість хлору або коагулянтів для обробки водопровідних питних вод із поверхневих водоем [44].

Реагенти неокислювальної дії на основі солей ПГМГ у всьому світі добре зарекомендувалися як дезінфекційні засоби для обробки поверхонь та антисептиків. ПГМГ і полігексаметиленбігуанід є типовими представниками цього класу з'єднань. Однак їх безпека для фауни прісної води та гідробіоценозів недостатньо вивчені. За даними канадських вчених, що вивчали ефективність полігексаметиленгуанідину-гідрохлориду (ПГМГ-ГХ), високі рівні цих сполук можуть бути шкідливими для людини й інших тварин [355]. Іншими дослідниками було встановлено, що безпечна концентрація ПГМГ у воді в умовах одноразової дії на вибрані випробувальні об'єкти становить 0,1 мг/л. Але існують переконливі підстави вважати, що механізми дії ПГМГ на про- і еукаріотичні клітини принципово різні. Водночас зв'язування молекул ПГМГ із зваженими частками у природній воді та інші процеси призводять до швидкого зниження вільних активних молекул цього біоциду у водних екосистемах [356]. Дані екологічного моніторингу у Рівненській області упродовж 2011-2015 рр. свідчать, що численні випадки використання препаратів ПГМГ для дезінфекції різних сільськогосподарських об'єктів не призвели до жодних помітних негативних наслідків для природних біоценозів. Міграція препарату в харчових ланцюгах у ґрунті та воді мінімальна [357].

Реагенти на основі солей ПГМГ – безумовна альтернатива наявним реагентним методам очищення і знезараження води, що служить підставою для їх

широкого застосування в технології водопідготовки [358]. Чинний в Росії гігієнічний норматив ПГМГ-ГХ для води – 0,1 мг/л [47], допустимий вміст ПГМГ-ГХ (реагент «Біопаг» виробництва Росії) та полігексаметиленгуанідину-фосфату (ПГМГ-Ф) («Фосфопаг» виробництва Росії) у питній воді – 1,0 та 1,5 мг/л відповідно. Деякі наукові дані свідчать про можливу алергічну активність ПГМГ-ГХ (метациду), що обмежує його застосування, наприклад, в практиці водопостачання плавальних басейнів (рекомендована концентрація для обробки води басейну – 0,7-1,0 мг/л). ПГМГ-Ф не має алергенних властивостей, токсична дія ПГМГ знижується зі збільшенням молекулярної маси: фосфат та глюконат ПГМГ менш токсичні, ніж хлорид [359]. Засоби на основі ПГМГ відносяться до 3-4 класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007. Низька токсичність солей ПГМГ пояснюється тим, що в організмі теплокровних є ферментні системи, здатні викликати деградацію гуанідинвмісних полімерів. Першою стадією метаболізму фосфату або хлориду ПГМГ у живому організмі є заміна хлоридного або фосфатного аніона на аніон глюконату, надалі протікає гідроліз гуанідинових групувань із перетворенням їх у сечовину, а також деструкція полімерних ланцюгів на окремі фрагменти [360-362]. На думку інших дослідників, рекомендують проводити дослідження хронічної токсичності, щоб з'ясувати довгостроковий вплив цих сполук на організм [363].

Зазначені препарати належать до гетероланцюгових сполук, у яких чергуються полярні та неполярні блоки амінокислот і завдяки цьому вони є поверхнево активними речовинами. Їх молекулярна маса коливається від 6 до 10 тис. а.о.м. залежно від довжини ланцюга (30-50). Біоцидні властивості цих сполук обумовлені наявністю в структурі повторювальних ланцюгів гуанідинових групувань, які є активним началом деяких природних і синтетичних лікарських засобів та антибіотиків [364]. На думку деяких вчених [365], гідрофобні поліетиленові ланки, які з'єднують гуанідинові групування, сприяють адсорбції на фосфоліпідних мембранах клітин. Під час проникнення у клітину препарати блокують дію ферментів, перешкоджають реплікації нуклеїнових кислот, пригнічують дихальну систему клітини і спричиняють її загибель. Результати інших наукових досліджень також свідчать, що речовини на основі ПГМГ сприяють

пошкодженню мембран клітин [366, 367]. На думку інших науковців, механізм біоцидної дії препарату на сьогодні до кінця нез'ясовано. Бактерицидна активність засобу підвищується у разі збільшення довжини полімерного ланцюга, температури, рН й практично не змінюється в присутності білкових речовин. Чутливість мікроорганізмів до солей ПГМГ неоднакова, це пов'язано з особливостями будови оболонки клітин тощо [368, 369].

Зазначена хімічна сполука відноситься до обмеженого кола біоцидних препаратів, здатних одночасно впливати на аеробні й анаеробні мікроорганізми, ефективні проти більшості патогенних мікроорганізмів, пригнічують ріст багатьох збудників хвороб, мають фунгіцидні, інсектицидні, пестицидні, алгіцидні властивості. Однозначно можна стверджувати, що у порівняно низьких концентраціях (до 0,5-1,0 %) ПГМГ має високу ефективність щодо більшості вірусів, бактерій та грибків. Унікальною властивістю дезінфікуючих препаратів на основі ПГМГ є стабільність і тривала антимікробна дія, що обумовлено полімерною природою препаратів і здатністю утворювати на оброблювальній поверхні тонкі (кілька нанометрів) біоцидні плівки високої міцності з пролонгованим біоцидним ефектом [361, 370-376].

Відомо, що ПГМГ-ГХ ефективно знезаражує воду, але повне її очищення можливе лише за одночасного застосування ПГМГ-ГХ і коагулянтів (сульфат алюмінію, оксихлорид алюмінію, сульфат заліза тощо) [377, 378]. У науковій літературі показана принципова можливість використання ПГМГ-ГХ як флокулянта для ефективного та безпечного знезараження питної води. Використання ПГМГ-ГХ у суміші з неорганічними коагулянтами призводить до агрегації завислих речовин при значно менших дозах реагентів у широкому діапазоні рН, прискоренні процесу утворення макропластівців і збільшення їх щільності [362, 379].

Вивчено флокулювальну здатність ПГМГ-ГХ під час спільної із сульфатом алюмінію обробки дніпровської та деснянської води у весняний період. Показано, що дозування 1-5 мг/л досліджуваної речовини під час коагуляційного очищення річкових вод покращували процес їх освітлення, підвищували якість фільтрату за основними показниками та дозволяли зменшити на 10-20 мг/л дозу коагулянту.

Виражений флокуловальний ефект проявлявся під час обробки вказаних вод дозами полімерного препарату відповідно 3-5 та 2-3 мг/л. Сам ПГМГ (без коагулянту) забезпечував нормативну якість фільтрату за кольоровістю та каламутністю лише під час обробки слабозабарвленої деснянської води. Встановлено, що $\geq 99\%$ ПГМГ затримувалося завантаженням піщаного фільтру [380]. У присутності ПГМГ зі зростанням концентрації поліелектролітів знижується швидкість корозії сталі (суттєвіше у кислих середовищах). Механізм інгібування носить переважно блокувальний характер, однак у низці випадків проявляються адсорбційний і конформаційний ефекти [381]. За даними літератури, основні переваги біоцидних полімерів, як перспективних реагентів для очищення та знезараження води, можна сформулювати так [358, 379]: високий знезаражувальний потенціал і широкий спектр біоцидної дії; достатня ефективність біоцидної дії реагенту під час концентрації у воді нижче величини ГДК; висока ефективність біоцидної дії реагентів у діапазоні температур від 0 до 30°C при водневому показнику від 6 до 9 одиниць рН; висока флокуловальна спроможність для досягнення надійного знезараження і очищення води на стадії коагуляції та фільтрування; сумісність з іншими реагентами, які використовуються в технології обробки вод; можливість використання в наявних технологічних схемах водопідготовки без суттєвої реконструкції очисних споруд; безпека під час зберігання, транспортування та використання у технологічних процесах водопідготовки; біорозклад та нетоксичність продуктів; відсутність корозійної активності; економічна доцільність.

Впровадження інноваційної безхлорної технології з використанням засобів на основі ПГМГ-ГХ для очищення і знезараження води централізованої системи питного водопостачання було здійснено у 2010 р. у Росії (м. Череповець Вологодської області). Технологія базувалася на використанні засобів на основі ПГМГ-ГХ («Дезавід-концентрату» і його аналогів) у поєднанні з ультрафіолетовим опроміненням, а також сорбційною обробкою води і мікрофільтрацією. Багаторічний досвід роботи МУП «Водоканал» міста Череповця з використанням реагентів на основі ПГМГ-ГХ свідчить про ефективність їх застосування у процесі

очищення води. У разі його використання у воді не утворюються токсичні продукти та ефективно видаляються речовини, що сорбуються на завислих речовинах, включаючи солі важких металів. Впровадження відповідної нової технології дозволило поліпшити якість питної води за показниками кольоровості, каламутності, ПО, алюмінію, заліза та хлороформу [45, 46, 382].

1.3. Нецентралізоване питне водопостачання (вода з колодязів, каптажів джерел і бюветів)

Постачання питної води є надзвичайно актуальною національною проблемою і має особливе значення для громад, що використовують недосконалі системи питного водопостачання та не мають навіть мінімальних можливостей контролювати якість питної води [383]. Зазначена проблема є гострою для сільських населених пунктів України, в більшості яких відсутнє централізоване водопостачання, а якість води в локальних джерелах (колодязях, свердловинах тощо) також часто не відповідає вимогам, які висуваються до питної води, та здебільшого немає відповідних технологічних схем і установок для коригування її складу [384].

На сьогодні майже 70 % населення сіл і селищ міського типу України та інших країн Європи споживає питну воду із індивідуальних свердловин (зазвичай глибоких водоносних горизонтів) або колодязів (грунтові води) [385]. Зазначені споруди дуже часто знаходяться у незадовільному технічному та санітарному стані, що негативно впливає на якість питної води [386]. Цей вид водопостачання у світі найпроблемніший, однак, у багатьох країнах немає системної процедури для контролю та моніторингу якості води споруд нецентралізованого питного водопостачання [387]. Наприклад, у Канаді рекомендації з якості питної води, що встановлені федеральним територіальним комітетом, повинні використовуватися як стандарти державними підприємствами. Власники приватних водозаборів (наприклад, індивідуальних свердловин) несуть юридичну відповідальність за стан та якість їхньої системи, а уразі невідповідної якості питних вод їм надаються

рекомендації [388]. Соціологічне опитування населення м. Гамільтон у Канаді, де мешкає майже 500 000 осіб та 20 % населення використовує питну воду із індивідуальних свердловин, показало, що споживачі, оцінюючи якість питної води, орієнтуються на стан свого здоров'я. Однак, якщо хвороби не виявлені, все одно у людей є побоювання щодо якості питної води. У домашніх умовах майже 56 та 61 % респондентів відповідно використовували водоочисне обладнання та/або фасовану питну воду здебільшого через неприйнятні органолептичні властивості питної води із індивідуального джерела. Основним методом очищення питних вод виявлено пом'якшення. Встановлено, що питні води із індивідуальних джерел питного водопостачання можуть становити ризик для здоров'я населення через перевищення нормативів за мікробіологічними та/або хімічними показниками [389].

Дослідження захворюваності з 1992 р. до 2003 р. через забрудненість питних вод в Англії та Уельсі показали, що рівень спалаху інфекційних хвороб серед користувачів вод приватного сектору був у 35 разів більший, ніж у користувачів вод державних підприємств. Така сама картина спостерігалася у США, де за підрахунками 2008 р. щороку виявлялися 19,5 мільйонів спалахів хвороб із провідним водним чинником, а упродовж 12-річного періоду досліджень встановлено, що з 183 спалахів 33 % випадків були через забрудненість індивідуальних підземних водозаборів [388, 390].

Результати досліджень українських науковців підтвердили, що якість артезіанської води у бюветах міста Києва за епідеміологічними показниками здебільшого відповідає гігієнічним вимогам. Однак спостерігали збільшення кишкової палички влітку 18,3 од. та восени 32 од. Комплексне оцінювання рівня забруднення води за санітарно-токсикологічним критерієм показало, що навесні та восени вода була помірного та високого рівня забруднення, що пов'язано із збільшенням кількості опадів та надходженням забрудненої води із верхніх водоносних горизонтів у артезіанський басейн [391].

У воді криниць парцелярних господарств особливо навесні та восени може виявлятися патогенна мікрофлора. Вміст кишкової палички у ґрунті не впливає на її вміст у ґрунтовій воді. З цього виходить, що чинники, внаслідок яких збільшується

вміст кишкової палички у криничній воді, потрапляють до неї через дзеркало води або застосування брудних відер. Підвищення значень загального мікробного числа та колі-індексу у воді навесні та восени можна пояснити збільшенням кількості опадів та поверхневого стоку, що потрапляє у ґрунтові води. Високу концентрацію нітратів у ґрунтових водах можна пояснити надходженням з дощовими водами, що фіксують сполуки азоту з повітря, і розміщенням вигрібних ям поблизу криниць. У ґрунтових водах Житомирського району вміст нітратів перевищував норматив у 2-4 рази і становив 96,65-181,6 мг/л. Для вчасного вжиття заходів із поліпшення якості питної води рекомендовано проводити контроль за джерелами нецентралізованого водопостачання двічі на рік, особливо навесні та восени [392]. За результатами інших досліджень [385], понад 50 % колодязної води вміщує понаднормативні концентрації нітратів (90-120 мг/л). Згідно з проведеними у низці регіонів дослідженнями провідною причиною високого вмісту нітратів у питній воді є, переважно, природне походження (через формування води у породах, що містять нітратні солі), а також і забруднення ґрунтових вод органічними відходами та використанням органо-мінеральних добрив в аграрно-промисловому комплексі [3]. Агенція захисту навколишнього середовища США (US EPA) встановила максимально допустиму кількість забруднювальних речовин для нітратів у питній воді на рівні 10 мг/л (за азотом) для захисту дітей від метгемоглобінемії, відповідний норматив встановлено в Україні та Європі. В основному ця проблема виникає у немовлят молодше шести місяців, вагітні жінки також вважаються вразливими до впливу високого рівня споживання нітратів у питній воді, виявлено зв'язок між вмістом нітратів у питній воді та негативними ефектами під час вагітності та народження [393].

Одним із джерел надходження токсичних речовин у ґрунтові води є ґрунтові системи, що характеризуються накопиченням великої кількості забруднювальних речовин. Гідрофобні органічні сполуки є пріоритетними токсикантами, що здатні помірно вилугуватися у ґрунтові води [394]. За даними регіонального екологічного моніторингу, головними чинниками забруднення ґрунтових вод на більшій території України, окрім можливих природних, є стічні води, звалища, хімічні засоби захисту

рослин (гербіциди), добрива, зокрема, фосфатно-калійні, що містять іони важких металів, а також локальне забруднення повітря. Проведений моніторинг якості зазначених вод (було досліджено 178 проб з 72 колодязів) показав перевищення вмісту кадмію у 54,5 % та свинцю – у 32,6 % проб води [385, 395, 396]. Окремими науковими дослідженнями підтверджено наявність негативного впливу сміттєвих звалищ на якість ґрунтових вод. Досліджували 127 проб цих вод до та після звалища і виявили, що вода надходить до звалища вже забрудненою, однак після нього збільшується вміст міді, ртуті, цинку тощо [397].

Через незахищеність водоносних горизонтів чинники невідповідної якості питної води можуть бути різними, наприклад, вчені нещодавно пов'язали використання піни для пожежогасіння на військових об'єктах Пентагону та аеропортах із забрудненням питної води відповідними хімічними речовинами. Через зазначений чинник епідеміологічними дослідженнями підтверджено виникнення раку, захворювань щитоподібної залози, високого рівня холестерину та інших проблем із здоров'ям людей [398, 399]. У США розглядали необхідність внесення змін у законодавство з метою підвищення безпечності питного водопостачання поблизу наземних резервуарів для зберігання хімічних рідин. Це відбулося після аварії в системі відповідного резервуару в Чарльстоні штату Вашингтон та забруднення 10000 галонами сирого 4-метилциклогексанметанолу річкової та питної вод. Після чого посилили вимоги до резервуарів для зберігання хімічних речовин та контроль за їх станом [400].

Дослідники наголошують на зростанні забруднень підземних вод на аграрних та рекреаційних територіях, де поблизу відсутня промисловість. Встановлено, що ситуація з якісним станом води у джерелах нецентралізованого питного водопостачання Полтавської області за хімічними та бактеріологічними показниками впродовж останніх років залишається незадовільною й має нестійкий характер [401]. Розрахований інтегральний показник, що є середнім арифметичним між невідповідністю проб щодо чинного законодавства (за санітарно-хімічним і бактеріологічним показниками) за 12 років, показав наявність тенденції до покращення якості води нецентралізованого водопостачання Полтавській

області [402]. За результатами проведеного дослідження якості води з каптажів джерел міста Львова за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками встановлено, що решту джерел не слід використовувати для питних потреб через понаднормативний вміст мінеральних речовин та свинцю [403]. Визначено, що мешканці сільських таксонів Дніпропетровської області не мають доступу до якісної питної води. Питна вода з централізованих (38260 досліджень) та нецентралізованих (24586 досліджень) систем водопостачання у сільських таксонах Дніпропетровської області упродовж 2008-2014 рр. не відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] за сольовим складом. Перевищення вмісту заліза виявлено у всіх таксонах області, окрім 3-го: (12,1 ГДК) у таксоні 1; (від 2,25 до 35,5) ГДК у таксоні 2; (від 1,5 до 3,7) ГДК у таксоні 4; (від 1,35 до 60) ГДК у таксоні 5; (1,15-1,1) ГДК у таксоні 6. У зв'язку з погіршенням якості питних вод обґрунтовано необхідність термінового влаштування колективних установок з їх доочищення [80, 404].

Проблема забезпечення потреб сільського населення у питній воді була актуалізована в Україні на початку 80-х років минулого століття. На різному рівні періодично затверджуються програми, метою яких є створення системи водопостачання сільських населених пунктів для забезпечення належних соціально-побутових умов проживання та життєдіяльності населення у маловодних і забруднених регіонах, яке користується неякісною або привізною питною водою. До сьогодні населені пункти багатьох областей України забезпечуються привізними водами, у деяких з них існують проблеми з кількістю та/або якістю привізних вод, що унеможлиблює їх використання без відповідного очищення [405].

Незважаючи на певні недоліки, кип'ятіння залишається найпоширенішим способом очищення води у сільській місцевості [406]. Було оцінено мікробіологічну ефективність та вартість кип'ятіння. Дослідження тривали 12 тижнів у 50 домогосподарств сільської громади В'єтнаму. Кип'ятіння було пов'язано із необхідністю зменшенням термотолерантних коліформ. Незважаючи на високий рівень фекальних забруднень у джерельній воді, після кип'ятіння 37 % проб відповідали стандартам ВООЗ щодо безпечної питної води (0 ТТК / 100 мл) [407].

На сьогодні українськими вченими запропоновано з метою очищення ґрунтових вод використовувати теоретично обґрунтований і запатентований метод опріснення ґрунтових вод шляхом збільшення їх живлення крізь штучні інфільтраційні піщані канали. Запропоновані інженерні засоби здатні покращувати якість колодезних вод за допомогою садіння рослин-фітомеліорантів у зоні живлення колодезя для підвищення живлення атмосферними водами і зниження мінералізації ґрунтових вод, видалення накопичень органічного мулу на дні колодезя для зниження нітратного забруднення води, застосування чорного кремню для прискорення окислювально-відновлюваних реакцій і підвищення бактерицидності колодезної води [408].

Отже, якість питної води залежить від різних чинників, основними з яких є якість вихідної води, ефективність технології водоочищення, санітарно-технічний стан споруд та мереж [81, 259, 409, 410], а також можливості проведення моніторингу її якості. Інформація, отримана в результаті моніторингу якості питних вод загалом дозволяє оперативно виявляти проблеми якості води в системах водозаборів, рекомендувати запобіжні дії щодо стабілізації нормативних показників якості, що в конкретному населеному пункті призводить до грамотного управління процесом водопостачання [411]. Довгостроковий моніторинг якості питної води є життєво важливим для керування стратегіями, що сприятимуть екологічній безпеці природних та питних вод [412].

1.4. Питні води доочищені та фасовані

На сьогодні багато фахівців вважає за доцільне насамперед розробляти безреагентні водоочисні технології та на їх базі створювати малогабаритні водоочисні системи (установки) для доочищення питної води у місцях її безпосереднього споживання, виходячи з того, що для питних потреб та приготування їжі потрібно лише 1-3 % високоякісної питної води від загальної кількості, що виробляється на водопровідних станціях. У такий спосіб можна отримати високоякісну питну воду в кількості, потрібній для задоволення

фізіологічних потреб людини. При цьому перевага має надаватися водоочисним системам колективного призначення над індивідуальними в зв'язку з можливістю організації контролю за їх роботою, сервісним обслуговуванням тощо. Такі водоочисні системи продуктивніші та спроможні поліпшувати якість питної води за багатьма показниками, збагачувати її мінеральними речовинами, робити воду фізіологічно повноцінною [49, 50, 80, 81]. Слід відзначити, що останнім часом подібний підхід щодо розвитку альтернативного питного водопостачання замість централізованого поширюється з метою захисту життя та здоров'я населення здебільшого у «країнах третього світу» [413]. У цивілізованих країнах лише у разі надзвичайних ситуацій держава піклується про забезпечення населення питною фасованою водою, привізною або очищеною на місці її споживання [414].

Встановлено, що в Україні найпоширенішими методами доочищення водопровідної питної води є пом'якшення та знесолення (Na^+ -, H^+ -катионування, OH^- -аніонування, зворотний осмос), що змінюють природний склад води та її фізіологічні властивості [361]. У воді, додатково очищеній з використанням технологій освітлення фільтруванням, озонування та сорбції на активному вугіллі, покращуються такі параметри, як окиснюваність, що зменшується на 50-70 %, запах, присмак, каламутність, знижується вміст залишкового вільного хлору, хлороформу, заліза, нітритів та свинцю до концентрацій, що нижче за межу чутливості методу визначення [237]. Однак, у разі виробництва цих вод не завжди забезпечується кваліфікована експлуатація водоочисного обладнання, а також належний контроль як за технологічним процесом очищення, так і за якістю отриманої води [55, 56].

Результати проведених досліджень [322] підтверджують, що у разі доочищення хлорованих водопровідних питних вод установки доочищення, що включають механічне освітлення, озонування (або без нього) та одностадійну сорбцію на активованому вугіллі, не забезпечують стабільного видалення тригалогенметанів до гігієнічних нормативів. Мають місце процеси десорбції цих забруднень із активованого вугілля у очищену воду. Констатовано перевищення гігієнічного нормативу (6 мкг/л).

Питна вода додатково очищена (водопровідна або підземна) розливається в особисту тару споживача або споживчу тару одноразового чи багаторазового використання. У світі зростає популярність питних вод у пляшках через чинники, найважливішими з яких є [415]:

- відсутність інформації про фактивну якість водопровідної питної води або її невідповідність;
- наявність маркетингових стратегій;
- мода на здоровий спосіб життя;
- поширення інформації про переваги регулярного вживання такої води.

На думку польських науковців [415], існує три групи чинників, що спричиняють забруднення фасованих питних вод: забруднення вихідних вод, забруднення тари та міграція хімічних сполук із пакувальних матеріалів через неповний процес полімеризації або деградації пакувального матеріалу внаслідок зберігання. Міграційна здатність полімерної тари також залежить від ступеня використання перероблених матеріалів під час її виготовлення. Досліджували якість фасованих питних вод Греції, Німеччини, Канади, Туреччини, Угорщини, Кіпру, США і Японії. Встановлено, що концентрація сурми у воді, що зберігається в ПЕТ-пляшках, у 30 разів більша, ніж у скляних або поліпропіленових пляшках. Води у пляшках меншого об'єму (0,25-0,5 л) мають вищий рівень сурми, ніж ті, що містять 2,5 л і більше. У випадку твердого ПЕТ, найвищі рівні Sb були виявлені в безбарвних, блідо-синіх і блідо-зелених пляшках. Навіть незважаючи на те, що концентрація сурми в більшості видів бутильованої води не перевищує допустимих рівнів цього елемента (норматив ВООЗ – 20 мкг/л), ЕРА – 6 мкг/л, IBWA та FDA – 6 мкг/л, проте вони можуть негативно вплинути на здоров'я людини, враховуючи канцерогенність елемента. Виявлено, що перелік хімічних речовин, що мігрують із скляної тари більший, ніж з поліетилентерефталату. Автори статті акцентують увагу також на тому, що серйозною загрозою для якості підземних вод також є: їх надмірна експлуатація, яка може призвести до витікання великих об'ємів прилеглих вод нижчої якості; використання труб, що можуть бути джерелом генотоксичних канцерогенних сполук; утворення побічних продуктів озонування (альдегідів,

карбонічних кислот та кетонів). Хоча здебільшого визначені рівні органічних забруднювачів нижчі за допустимий рівень, і така вода, якщо вона споживається у помірних кількостях, серйозно не впливатиме на здоров'я людини, ці забруднювальні речовини значно погіршують її органолептичні властивості. Постійна щораз більша популярність бутильованих вод та загальноприйнята їхня вигадка, що вони мають найвищу якість, лише підкреслюють необхідність проведення подальших і детальніших досліджень щодо цього.

Згідно з даними українських вчених при інтенсивному розмноженні мікроорганізмів у фасованих питних водах накопичуються десятки та тисячі міжнародних одиниць ендотоксинів в 1 см³ води, а також продукти метаболізму і розпаду мікроорганізмів, що розцінюють як чинник малої інтенсивності, який може мати хронічну токсичну дію на організм під час тривалого споживання води. Така дія й виявляється у разі біотестування проб на рослинах, безхребетних та хребетних організмах. Доведена провідна роль органічних сполук азоту у розвитку мікробіологічних процесів. Встановлена кореляція між кількістю мікроорганізмів у пробах води і концентрацією амонію, нітритів та кремнію, що підтверджує необхідність мінімізації вмісту органічних речовин перед їх розливом у герметично закриту тару. Причому мікроорганізмам притаманна як світлова, так і темнова реактивація, пролонгована у часі. Останні можуть негативно впливати на здоров'я споживачів води, особливо людей з ослабленим імунітетом та дітей [57].

Дослідження групи Гончарука В. В. [416-418] свідчать про низький рівень якості більшості фасованих вод України. Проведена порівняльна оцінка якості зазначених вод різного походження за результатами комплексного біотестування за допомогою набору тварин і рослинних тест-організмів. Так, водопровідна вода надавала токсичну дію на всі біотести, серед фасованих питних вод тільки «Моршинська» відповідала категорії «безпечна», інші марки фасованих вод по-різному негативно впливали на життєдіяльність тест-організмів. Артезіанські води не чинили токсичного впливу на біотести [419].

Іншими дослідниками також підтверджено, що якість питної води з кулерів може негативно впливати на здоров'я чутливих та знесилених людей. Були

проведені дослідження питних вод водопровідних та з кулерів у офісах та комерційних магазинах у районі Неаполя Італії щодо вмісту мікробіологічних та хімічних показників (рН, хлор, амоній, нітрит). Виявлено, що у всіх зразках хімічні показники (нітрит, амоній, вільний активний хлор) не перевищували нормативи, значення рН у 86,8 % зразків газованих вод було нижчим за норматив. Мікробіологічні дослідження показали, що кількість бактерій при 22 та 37°C перевищувала необхідні значення для 71 та 81 % (у негазованих водах) та 86 та 88 % (у газованих водах) проб відповідно. *Enterococcus spp.* і *Escherichia coli* не були виявлені у жодній пробі. *Pseudomonas aeruginosa* було виявлено лише в одній пробі водопровідної води у 28,9 та 23,7 % проб негазованих та газованих вод відповідно. Бактеріологічна якість водопровідної питної води була кращою, ніж газованої і негазованої води з кулерів. Результати підкреслюють важливість прийняття відповідної регулярної системи моніторингу, щоб запобігти або зменшити шанси забруднення питних вод із кулерів [420].

Показано, що перспективним ресурсом якісних прісних вод є льодовики Антарктиди, з яких (за літературними даними) до океану надходить 1000 км³ айсбергового льоду. При квотуванні водних ресурсів Антарктиди на основі показника кількості населення в Україні і у світі на кінець 2016 р., доля України теоретично може складати 0,6 %, що у вигляді айсбергового стоку відповідає 6 км³/рік і перевищує річний об'єм прісної води, яка використовується в Україні на всі потреби. Запропоновано ініціювати розгляд міжнародною спільнотою питання щодо використання запасів прісної води льодовиків Антарктиди з метою контролювання Україною своєї квоти [408].

Статистично оброблено й узагальнено результати досліджень якості 1800 проб фасованих вод, що одержували після доочистки водопровідної питної води міста Дніпропетровська у 2010-2013 рр. Всього визначали 11 санітарно-хімічних та 5 мікробіологічних показників. Зазначені види вод відповідали чинним гігієнічним вимогам за дослідженими санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками [59]. Результати інших досліджень свідчать про низький рівень водневого показника у одній із партій фасованої питної води «Моршинська»

(6,4 одиниць рН), що пояснюється ймовірним порушенням технології виробництва [421]. Згідно з результатами інших досліджень невідповідна якість бутильованої питної води спостерігається через: підвищений вміст вуглекислоти, масштабну фальсифікацію та неякісну пластикову тару [422].

Проблеми з якістю водопровідних та фасованих питних вод спостерігаються у багатьох країнах світу, але у різних масштабах. Результати мікробіологічних досліджень водопровідних та фасованих питних вод у місті Ісфагані (Іран) показали наявність у водопровідних водах *Escherichia coli*, *Salmonella* та *Vibrio cholerae* у 38 (26,38 %), 5 (3,47 %) та 3 (2,08 %) з 144 зразків водопровідної води, відповідно, *Escherichia coli* була виявлена у 8 (2,63 %) із 304 зразків питної води у пляшках з 5 компаній [423].

Як уже зазначалося, питна вода у пляшках та в поліетиленових пакетах користується попитом здебільшого в країнах з низьким та середнім рівнем доходу, тому в містах Африки великий відсоток населення використовує в ролі основного джерела питного водопостачання саме фасовану питну воду. Дослідження 45 фасованих питних вод у м. Фритаун показали, що 19 % з них були забруднені *Escherichia coli* [424].

За результатами інших досліджень [425] виявлено, що якість фасованих питних вод виробництва багатьох країн Африки не відповідала нормативним вимогам здебільшого за вмістом органолептичних, мікробіологічних показників та іонів важких металів. Наприклад, у Нігерії у фасованих питних водах вміст свинцю перевищував гігієнічний норматив у 12 %, а кадмію – у 19,5 % зразків. Крім того, вміст мінеральних речовин не відповідав оптимальному, що може негативно впливати на здоров'я споживачів [426]. У статті зазначено, що уряд зобов'язаний забезпечити своїм громадянам адекватне питне водопостачання. Хоча це не може виключити необхідність виробництва фасованих питних вод, але дасть змогу поліпшити життя людям з низьким рівнем доходу. Уряд повинен заохочувати державні контрольні органи ефективно виконувати свої наглядові обов'язки щодо якості питної води. Ці агенції повинні вдосконалити наявну систему моніторингу

якості фасованої питної води, щоб компанії, які займаються її виробництвом, дотримувалися встановлених стандартів.

Висновки до розділу 1

Узагальнюючі дані літератури, можна стверджувати, що комплексне виявлення гігієнічних проблем питного водопостачання та шляхів їх вирішення з метою захисту здоров'я населення є актуальним, а в умовах удосконалення законодавства й поготів.

На сьогодні основні наукові дослідження присвячені чинникам та наслідкам забруднення здебільшого окремих водних об'єктів, на підставі яких надаються рекомендації, що мають загальний та декларативний характер без чіткого виділення реальних заходів в умовах євроінтеграції на найближчу та віддаленішу перспективу. В літературі не достатньо висвітлені проблеми якості питної води, виготовленої з поверхневих джерел питного водопостачання, у разі використання традиційних технологій водоочищення та знесолення питних вод в умовах водопровідних станцій, а також досі існують суперечливі дані щодо використання у практиці питного водопостачання реагентів на основі солей ПГМГ. Основні наукові роботи присвячені лабораторним дослідженням з вивчення механізму дії полігексаметиленгуанідину як біоцидів на мікробіальні клітини, біорозкладу, стійкості, можливості їх використання у разі застосування безхлорних технологій на водопровідній станції, антикорозійної здатності та основних властивостей окремих марок цих реагентів у разі використання для очищення поверхневих вод у лабораторних умовах. Порівняльна оцінка різних за складом реагентів на основі ПГМГ щодо їх ефективності та безпечності не проводилася.

За даними наукової літератури, дослідження якості питної води водопровідної та нецентралізованого питного водопостачання переважно проводилися в окремих населених пунктах та регіонах, на підставі чого виявлено чинники її невідповідності гігієнічним вимогам та ступінь ризику негативного впливу на здоров'я споживачів у

разі понаднормативного вмісту окремих речовин. Також проводилися поодинокі дослідження якості фасованої питної води окремих виробників.

Отже, на сьогодні є актуальним проаналізувати і систематизувати наукові аспекти гігієнічних проблем у сфері питного водопостачання та запропонувати обґрунтовані шляхи їх вирішення з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення. Зокрема, провести комплексний аналіз взаємопов'язаних гігієнічних проблем у системі «стан джерела водопостачання – якість питної води» у просторово-часовому розрізі; оцінити у порівняльному плані ефективності традиційних та нових технологій очищення поверхневої води з використанням нанофільтрації та безпечність різних марок реагентів на основі ПГМГ, а також якість різних видів питної води згідно з вимогами українського та європейського законодавства; встановити відповідність української нормативної бази з якості питної води вимогам європейського законодавства та науково обґрунтувати концептуальні підходи, напрямки і конкретні пропозиції до удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази щодо якості питної води для досягнення максимальної гармонізації з європейським водним законодавством та прийняття дієвих управлінських рішень в умовах євроінтеграції.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань роботи були проведені емпіричні та теоретичні дослідження за програмою, що включала: оцінку стану води р. Дніпро як основного джерела питного водопостачання України за комплексом санітарно-хімічних показників; бар'єрної здатності традиційних та нових технологій водоочищення, що використовуються для забезпечення населення питною водою; експериментальні дослідження з обґрунтування можливості використання солей ПГМГ в технології підготовки питної води як альтернативи хлору та умов їх безпечного застосування; гігієнічну оцінку стану питного водопостачання та якості всіх видів питних вод України (водопровідних, колодязів, каптажів джерел, свердловин, бюветів, привізних, фасованих та з пунктів розливу комерційного призначення) з метою визначення проблемних аспектів; проведення анкетного опитування споживачів водопровідної питної води з оцінки її якості та достатності інформації про її безпечність; аналіз вітчизняної нормативної бази з якості питних вод на відповідність вимогам європейського законодавства та наукове обґрунтування концептуальних підходів та пропозицій щодо удосконалення національної нормативно-правової бази з якості різних видів питних вод.

Дніпро є однією з найбільших річок Європи, басейн якої розташований у межах трьох держав – Росії, Білорусі, України. Загальна довжина річки – 2201 км (до створення каскаду водосховищ її довжина дорівнювала 2285 км), площа басейну – 504 тис. км². Дніпро є типовою рівнинною річкою, яку поділяють на три частини: Верхній Дніпро – від витoku до Києва (1320 км), Середній Дніпро – від Києва до Запоріжжя (555 км) і Нижній Дніпро – від міста Запоріжжя до гирла (325 км). У 1980 р. на Дніпрі поряд з іншими було збудовано Каховський магістральний канал, що призначений для зрошення сільгоспугідь, питного водопостачання населених пунктів та обводнення сільськогосподарських територій посушливих районів таврійських степів Херсонської та Запорізької областей [65, 427].

На першому етапі для оцінки якості води р. Дніпро був використаний масив даних Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів». Проаналізовано результати санітарно-хімічних досліджень якості дніпровської води (2015-2017 рр.) із 12 пунктів відбору проб вздовж русла (906 проб), що були розташовані у: Київському (нижньому б'єфі Київської ГЕС біля міста Києва – пункт 1); Канівському (нижньому б'єфі Канівської ГЕС біля міста Канева – пункт 2); Кременчуцькому (біля міст Черкаси (с. Сокирне), Світловодська та Кременчука (с. Власівка) – пункти 3-5 відповідно); Кам'янському (біля Горішніх Плавнів та Кам'янського (у верхньому б'єфі Середньодніпровської ГЕС, с. Аули) – пункти 6 та 7 відповідно); Дніпровському (біля м. Дніпро (с. Н. Кайдаки), верхньому б'єфі ДніпроГЕС (біля Дніпровської водопровідної станції (ДВС) комунального підприємства (КП) «Водоканал» м. Запоріжжя) – пункти 8, 9 відповідно); Каховському (біля м. Енергодар, нижньому б'єфі Каховської ГЕС – пункти 10, 11 відповідно) водосховищах та у пониззі річки Дніпро (м. Херсон – пункт 12). Якість дніпровської води аналізували за показниками: розчинений кисень, кольоровість, амоній, ХСК, фосфат-іон, залізо та марганець. Для обробки даних використовували методи: статистичний, кореляційний, математичного моделювання, кластерного аналізу та інтегральної оцінки.

Проведено кореляційний аналіз зв'язку між 7 показниками якості річкової води з 12 пунктів відбору проб та температури, побудовано математичні моделі, що описують динаміку концентрацій ХСК залежно від сезону року, температури, а також розчиненого кисню залежно від температури. Метод кластерного аналізу проводився з метою виявлення прихованих закономірностей між 7 показниками якості води, що досліджувалися, а також 12 пунктами відбору проб. Для здійснення кластерного аналізу був обраний метод одиночного зв'язку, для чого попередньо була розрахована матриця відстаней. Кількість кластерів визначалася автоматично [205].

Суть проведеної інтегральної оцінки полягала у трансформації в одну цифру результатів моніторингу якості природної води окремо у 12 пунктах відбору проб за

показниками, що впливають на ризик «цвітіння» води (ХСК, розчинений кисень, кольоровість, амоній, фосфат-іон). Методика формування інтегрального показника включала такі етапи: розрахунок безрозмірних еквівалентів, визначення вагових коефіцієнтів значущості показників, згортка всіх змінних в інтегральний показник. Розрахунок вагових коефіцієнтів здійснювався експертним шляхом за методом ієрархій Т. Сааті. Для цього були залучені експерти відповідної кваліфікації. Основна мета методу полягає в попарному порівнянні між собою об'єктів. Для порівняльного зіставлення була використана 3-бальна шкала відносної значущості. Якщо ознаки вважалися рівнозначними, їх коефіцієнти порівняння дорівнювали «1», якщо ознака x_i оцінювалася експертами як значніша, ніж ознака x_j , коефіцієнту присвоювалося значення $k_{ij} = 2$. Якщо x_i оцінювався як значно значніший, ніж x_j , коефіцієнт вважався рівним $k_{ij} = 3$. Порівнювані ознаки, які виявлялися менш значущими, отримували зворотні значення коефіцієнтів (відповідно, $k_{ji} = 1/2 = 0,5$ або $k_{ji} = 1/3 = 0,33$). Значення коефіцієнтів заносилися в оціночну таблицю по рядках. Далі для кожної таблиці за допомогою програми MathCad_14 portable відповідно до методу Т. Сааті проводили подальші розрахунки [205].

Інтегральні показники розраховували за формулою:

$$ІП = \sum d_i w_i \quad (2.1)$$

де ІП – інтегральний показник;

\sum – знак суми;

w_i - вагові коефіцієнти;

d_i – безрозмірний еквівалент.

Проаналізовано Національні доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні (2005 р., 2009-2016 рр.) [428], матеріали «УНГЦ МОЗУ» за 1992-1994 рр. про стан водних об'єктів в Україні, положення Регламенту з управління відходами Литви [429], Директиви Ради 91/271/ЄЕС від 21.05.1991 р. щодо очистки стічних вод [430]. У роботі був використаний масив даних

Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» (2015-2017 рр.) [431].

На наступному етапі роботи для проведення інтегральної оцінки якості вихідних та питних вод водопровідних станцій у просторово-часовому розрізі застосовано метод інтегральної оцінки із розрахунком вагових коефіцієнтів за двома оцінками експертів (між групами показників, що були прийняті згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною» та показниками у групах) методом ієрархій Т. Сааті. У роботі використовували матеріали з якості вод вихідних та питних водопровідних станцій, що використовують дніпровську воду: Кременчуцького (КП «Черкасиводоканал»), Дніпровського (Кайдакської насосно-фільтрувальної станції (КНФС) та Ломівської насосно-фільтрувальної станції (ЛНФС) КП «Дніпроводоканал», блоки № 1 та 2 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя) водосховищ, а також із всесезонного Каховського магістрального каналу Р-9 довжиною 129,7 км (експлуатаційного цеху водопостачання Західного групового водоводу КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради) та після транспортування протягом 7 діб по сталевому Західному груповому водоводу діаметром 1200 мм та довжиною 175 км (КП «Бердянськводоканал»). Всього у воді було проаналізовано 25 санітарно-хімічних показників (кольоровість, каламутність, водневий показник, залізо, загальна жорсткість, марганець, мідь, поліфосфати, сульфати, хлориди, сухий залишок, цинк, поверхнево активні речовини, нафтопродукти, алюміній, аміак, нітрати, нітроти, ртуть, свинець, фториди, нікель, хром загальний, кремній, хлороформ) і 2 радіаційної безпеки (α -активність і β -активність). Розглянуто результати досліджень 468 проб вихідних та питних вод 7-ми блоків очищення 6-ти водопровідних станцій України протягом 3-х років (2015-2017 рр.).

Отримані дані обробляли шляхом визначення середніх арифметичних значень (M), їх похибок (m) та вірогідності різниці за критерієм Ст'юдента (p). Статистична та графічна обробки виконувалися за допомогою програми STATISTICA 10.0 portable.

На третьому етапі дисертації проведено науковий аналіз традиційних технологічних рішень для забезпечення споживачів водопровідною питною водою: КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради, КП «Бердянськводоканал», двох блоків очищення Ломівської НФС КП «Дніпроводоканал», трьох блоків очищення Кайдакської НФС КП «Дніпроводоканал», трьох блоків очищення блоку очисних споруд № 1 ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), блоку очисних споруд № 2 ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя). Розглянуто матеріали щодо якості вихідних та питних вод 6-ти блоків очищення 5-ти водопровідних станцій України (2015-2017 рр., 396 проб), Дніпровської, Деснянської водопровідних станцій міста Києва, ПрАТ «Акціонерна компанія «КИЇВВОДОКАНАЛ» (2000-2016 рр., 108 проб). Кількість санітарно-хімічних показників, що досліджувалися у питній воді водопровідних станцій протягом 2015-2017 рр. під час виробничого контролю, коливалася від 13 до 79.

На підставі власних досліджень (червень 2014 р. – травень 2015 р.) проаналізовано ефективність очищення дніпровської води на водопровідних очисних спорудах ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь», що експлуатуються з порушенням до зон санітарної охорони водозабору. Проведені натурні дослідження якості води: Дніпровського водосховища біля берегових насосних станцій I підйому (БНС-1 та БНС-2) ПАТ «Запоріжсталь» (місце розташування водозабору – р. Дніпро вище греблі ДП «ДНІПРОГЕС»); питної після очищення на водопровідній станції ПАТ «Запоріжсталь»; питної з крану споживачів комбінату ПАТ «Запоріжсталь». Проби води з 6 точок щомісячно досліджувалися 12 місяців – з червня 2014 р. по травень 2015 р. за 52 санітарно-хімічними та 8 мікробіологічними показниками (всього проаналізовано 48 проб річкової та 24 проби питної води). Відбір проб води водойми та водопровідної проводився щомісячно (річкової – з 01.06.2014 р. до 01.06.2015 р., питної – з 01.06.2014 р. до 01.03.2015 р.) у шести точках, а саме: 1 – верхня частина водозабору – за 250 м вгору за течією (район берегової НС-2, відстань від берега – 30 м, в зоні першого поясу ЗСО водозабору); 2 – нижня частина водозабору – за 250 м вниз за течією (район берегової НС-1, відстань від берега – 30 м, в зоні першого поясу ЗСО водозабору); 3 – середня частина водозабору (район

між береговими НС-1 та НС-2, відстань від берега – 50 м); 4 – вода до водопровідних очисних споруд; 5 – вода після водопровідних очисних споруд; 6 – вода з водопровідної мережі безпосередньо у водокористувача (адміністративний корпус). Було проаналізовано результати досліджень проб дніпровської води в місці водозабору та питної після очисних споруд ВАТ ЗМК «Запоріжсталь» за три роки (2011-2013 рр.), виконані лабораторіями відповідного підприємства та ДЗ «Запорізька районна санепідстанція м. Запоріжжя».

На наступних етапах дисертації надано гігієнічну оцінку новим підходам очищення водопровідних питних вод. Зокрема, баромембранній технології для очищення поверхневої солонуватої води. Дослідження проводили на дослідно-промисловій лінії Алчевського водоочисного заводу потужністю 100 м³/год у 2007-2010 рр. Застосована технологія представляє собою американську технологію фірми GE-OSMONICS, що була удосконалена завдяки посиленню попередньої очистки вихідної води та завершального знезараження. Для отримання питної води використовували мінералізовану воду Ісаковського водосховища на р. Білій, що характеризується нестабільним мікробіологічним складом. Наприклад, упродовж 2000-2008 рр. ЗМЧ становило від 7 до 21500 КУО/мл, індекс E.coli – від 0 до 240000 КУО/л, індекс ентерококів – від 50 до 240 КУО/л, число коліфагів – від 0 до 7500 БУО/л. Перевищення показників якості води Ісаковського водосховища від гігієнічних вимог визначалося за сухим залишком (1094-1300 мг/л), сульфатами (513-543 мг/л), загальною жорсткістю (8,2-8,8 ммоль/л). Періодично спостерігалось перевищення нормативного вмісту свинцю (до 0,2 мг/л), нікелю (до 0,1 мг/л). Вміст перманганатної окиснюваності ($M \pm m$) у воді водосховища виявлявся на рівні: від $4,9 \pm 1,2$ мг/л до $5,4 \pm 1,7$ мг/л (у весняно-літній період), $5,0 \pm 0,9$ мг/л (восени), $3,5 \pm 0,5$ мг/л (взимку). Протягом періоду досліджень за участю Луганської та Алчевської облСЕС досліджено 116 проб води, в яких визначали 60 показників. Проаналізовано результати дослідження якості вихідної, очищеної на етапах водопідготовки та питної води (всього 248 проб) за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками.

У лабораторних умовах проводили експериментальні дослідження, що мали за мету обґрунтувати допустимі дози реагентів на основі солей ПГМГ для ефективної обробки природної води, провести порівняльну оцінку різних за складом відповідних реагентів між собою, з хлорним вапном та флокулянтами, що використовуються у практиці питного водопостачання. Предметом досліджень були вітчизняні реagentи на основі солей ПГМГ трьох марок («Акватор-10», «Акватор-7», «Валеус»). «Акватор-10» виробництва НТЦ «Укрводбезпека» (ТУ У 25274537-002:98) представляє собою ПГМГ-ГХ, водний розчин з масовою часткою гексаметилендіаміну у сухому залишку менше як 0,32 %. «Акватор-7» виробництва НТЦ «Укрводбезпека» (ТУ У 25274537-001:98) представляє собою ПГМГ-Ф, водний розчин із масовою часткою гексаметилендіаміну у сухому залишку менше як 0,32 %. «Валеус» виробництва ЗАТ «Українські екологічні технології» (ТУ У 24.1-31826657.002-2002) представляє собою полігексаметиленгуанідин-гідрохлорид+фосфат (ПГМГ-ГХ+Ф), водний розчин із масовою часткою мономера 25 %.

Якість природної та обробленої води оцінювали за санітарно-хімічними показниками (ПО, каламутність, кольоровість), що зазвичай використовуються для оцінки ефективності реагентної обробки води, а також мікробіологічними (загальне мікробне число при 22 та 37°C, колі-індекс, індекс коліфагів). Вміст у воді ПГМГ визначали з еозином за фотометричною методикою (свідоцтво про метрологічну атестацію УкрЦСМ Держстандарту України від 30.12.1998 р. № 081/36-17-98). Всього в лабораторному експерименті було досліджено майже 140 проб.

Дослідження з метою визначення основних властивостей реагентів на основі солей ПГМГ проводили з використанням найпоширенішого коагулянту – сульфату алюмінію, виготовленого Пологським ВАТ «Хімзавод Коагулянт» (ГОСТ 12966-85). Зазначений реагент містить в собі 17 % основної діючої речовини – Al_2O_3 . Концентрація робочих розчинів: сульфату алюмінію – 20 г/л у розрахунку на безводний Al_2O_3 , солей ПГМГ – 1 мг/л.

Дослідження впливу реагентів на основі солей ПГМГ на процес очищення води провадили на воді р. Десна, відібраній у місці водозабору Деснянської

водопровідної станції міста Києва. Річкова вода упродовж періоду спостережень у різні сезони року мала відносно стабільний мінеральний склад і відрізнялася лише за показниками, які характеризують органічну складову води (кольоровість, ПО, БСК₅, ХСК). Вміст органічних речовин коливався протягом року: найбільшим був влітку та восени, найменшим – взимку. Дані дослідження проводили за таких умов: у низку конічних колб місткістю 3 дм³ вміщували по 3 дм³ досліджуваної води, піпеткою вносили 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0; 18,0 см³ розчину відповідного реагенту з масовою концентрацією 1 мг/см³, що відповідає масовій концентрації 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 мг/л солей ПГМГ у пробі. За аналогічних умов проводили дослідження з хлорним вапном. Тривалість контакту реагенту з водою складала 15, 30, 60 хв. та 3 год. Знезаражувальну дію солей переривали за допомогою поверхнево-активної речовини – аніонного поліакриламідру Магнафлок LT27. Масова концентрація поліакриламідру у пробі складала половину концентрації солей ПГМГ, яку вносили. У дослідах із хлорним вапном процес знезараження зупиняли додаванням розчину тіосульфату натрію. Надалі досліджувану воду відстоювали протягом 3-ох годин, після чого відбирали верхній шар води і визначали фізико-хімічні та мікробіологічні показники.

Дослідження проводили в лабораторних умовах на модельній системі, що відтворювала технологію підготовки питної води на водопровідній станції. А саме: «природна вода (р. Десна) – коагулянт+флокулянт – відстоювання 3 год – фільтрування через піщаний фільтр – очищена питна вода». Дослідження проводили за таких умов: 3 л досліджуваної води обробляли коагулянтом, перемішували і через 3 хвилини добавляли флокулянт, перемішували, відстоювали протягом 3 годин, сифоном відбирали відстояну воду і фільтрували через піщаний фільтр, яким слугувала скляна колонка (d=27 мм, h=40 см) із впаяною в нижню частину скляною пластинкою з отворами, заповнена гранітною крихтою (d=3-5 мм, h=1,0-1,5 см) та кварцевим піском (d=0,5–1,5 мм, h=16 см). Фільтрували воду зверху вниз із швидкістю 8-10 см/хв. Фільтр промивали водопровідною питною водою знизу догори.

Для порівняльної гігієнічної оцінки флокулюючої активності реагентів, окрім солей ПГМГ (ГХ, Ф, ГХ+Ф) досліджували також зарубіжні флокулянти таких марок: Магнафлок LT27, Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 С. Магнафлок LT27 виробляється фірмою «Ciba Specialty» (ФРГ) та є аніонним поліакриламідом із високою молекулярною масою, твердий (гранулят), білого кольору, без запаху, вміст акриламиду – менше як 0,025 %. Floguat DB 45SSH та FL 45 С виготовляються компанією «SNF S.A. FLOERGER» (Франція), за хімічною характеристикою відносяться до катіонних органічних реагентів класу полідиметилдіаліламонію хлорид (ПоліДАДМАХ). Floguat DB 45SSH – білий порошок з середньою молекулярною масою (від 3 до 10 млн у.о.), вміст активної речовини – 88 %. Floguat FL 45 С (гель) виготовляється з відносно невисокою молекулярною масою (від 10 до 1 млн у.о.), вміст активної речовини – 40 %. Реагенти ПоліДАДМАХ характеризуються високим катіонним зарядом при відносно невисокій молекулярній масі, що обумовлює їх використання як коагулянтів під час очищення води. Залишковий мономер – не більше як 0,1 %. Дози флокулянтів, що використовували у дослідах, були вибрані з урахуванням даних літератури та практики застосування цих реагентів на водопровідних станціях.

Експеримент проводили за таких умов: у низку конічних колб місткістю 3 дм³ вносили по 3 дм³ досліджуваної природної води, обробляли розрахованим об'ємом розчину відповідного флокулянту, що відповідає масовій концентрації 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мг/л реагенту у пробі, перемішували, відстоювали протягом 3-х годин (час знаходження обробленої реагентами води у відстійниках на водопровідних станціях). За цей час відбувалася реакція взаємодії реагентів із забруднювачами води та їх седиментація в осад. Після чого відбирали верхній шар обробленої води для лабораторних досліджень. Контролем була відстояна протягом 3-х годин річкова вода без реагентів. Експеримент із кожним реагентом проводили тричі.

З метою визначення безпечності питної води, що була оброблена реагентом на основі ПГМГ, на тваринах (білих щурах) з вивченням віддалених ефектів проведено дві серії шестимісячного хронічного токсикологічного експерименту з питною водою, яку отримували за технологією її очистки з використанням солей ПГМГ

(ПГМГ-ГХ, ПГМГ-ГХ+Ф) як флокулянтів (серія 1) та коагулянтів (серія 2). В одній серії експерименту піддослідні тварини (використовували одну контрольну та чотири дослідні групи тварин) вживали питну воду, отриману при використанні для їх очистки традиційного коагулянту (одна доза сульфату алюмінію – 40 мг/л) і зазначених реагентів у дозах 10 та 15 мг/л. Відповідно у питній воді вміст ПГМГ був на рівні 1ГДК та 5 ГДК (0,1 мг/л та 0,5 мг/л відповідно). Контрольні групи тварин вживали дехлоровану водопровідну питну воду. У контрольній та кожній з дослідних груп кількість тварин становила 10 особин. У іншій серії експерименту піддослідні тварини (використовували одну контрольну і шість дослідних груп тварин) вживали питну воду, отриману при використанні для їх очистки традиційного коагулянту (одна доза сульфату алюмінію – 60 мг/л) і зазначених реагентів у дозах 0,5; 1,0; 3,0 мг/л. За усіма використаними дозами вміст у питній коагулянту не перевищував ГДК, а флокулянтів – не визначався або був на рівні слідів.

Експериментальні токсикологічні дослідження проводили відповідно до національних «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», що відповідає положенню «European convention for the protection of vertebrate animal used for experimental and other scientific purposes (1986)» [432, 433]. Під час вивчення загальнотоксичної дії питної води (пошкодженні проникливості біомембран), обробленої солями ПГМГ, на організм щурів досліджували інтенсивність перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) за рівнем метаболітів кінцевого продукту ПОЛ в плазмі крові. В основі методу лежать реакції 2-тіобарбітурової кислоти з вторинними продуктами ПОЛ, в результаті яких утворюється речовина з максимумом поглинання оптичного випромінення за довжини хвилі 532 нм [434]. Стан ферментативної антиоксидантної системи досліджували визначенням активності каталази в крові. Активність каталази визначали методом, принцип якого полягає в тому, що каталаза руйнує субстрат H_2O_2 . Незруйнована частина пероксиду водню під час взаємодії з солями молібдену амонію створює стійкий комплекс, інтенсивність забарвлення якого пропорційна активності ферменту [435]. Визначення загального білка у біологічному матеріалі проводили з використанням

реагенту Фоліна за методом Lowry [436]. Паралельно проводилося визначення концентрації гемоглобіну в крові [437]. Фізіологічне значення цього показника ілюструє кооперативний характер зв'язування кисню гемоглобіном, що забезпечує транспортну функцію білка. Вміст глюкози в крові визначали уніфікованим методом за допомогою тест-набору фірми Sentinel (Італія). Для оцінки впливу на систему крові використовували результати визначення загальної кількості лейкоцитів у камері Горєва (г/л). Підрахунки лейкограм здійснювали, враховуючи 200 клітин за допомогою «Гемотест-1».

Під впливом деяких пошкоджувальних чинників (інфекція, опромінення, вплив хімічних і канцерогенних речовин тощо) можуть відбуватися зміни антигенного стану організму чи порушення у системі імунокомпетентних клітин, появи «забороненого» клону клітин, позбавленого імунологічної толерантності до власних антигенів, що, у кінцевому підсумку, призводить до розвитку аутоімунітету або алергізації (аутосенсibiliзації) організму. За сучасними уявленнями формування аутоімунної реакції розглядається не як патологія, а як необхідна умова нормального функціонування імунної системи, спрямованої на підтримку антигенного гомеостазу [438-440]. Аутосенсibiliзацію організму визначали в реакції дегрануляції тучних клітин при дії комплексу Ig E-антитіло та специфічного алергену/антигену (гомогенат тканини печінки).

Отримані у токсикологічному експерименті дані піддавали статистичній обробці, використовуючи t-критерій Ст'юдента. Різницю між досліджуваними показниками вважали статистично достовірною за значення $p < 0,05$ [205]. Розрахунки проводили на персональному комп'ютері за програмою Excel.

Надано гігієнічну оцінку технологій водоочищення із застосуванням реагентів на основі солей ПГМГ у натурних умовах – на трьох блоках очищення водопровідної станції КП Новоград-Волинської міської ради «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства» (2011-2013 рр. та 2016-2018 рр.) та станції водоочищення КП «Житомирводоканал» (24 проби).

На наступному етапі роботи розглянуто матеріали: Держсанепідслужби України за 1992-1994 рр. та 2000-2016 рр. щодо якості питних вод централізованого та нецентралізованого питного водопостачання за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками; СВКП «КИЇВВОДФОНД» щодо якості артезіанської води бюветів міста Києва у 2017 р. (досліджено майже 20 санітарно-хімічних показників у воді 140 бюветів всіх районів міста Києва); водоканалів з 20-ти областей України, АР Крим та м. Севастополь щодо якості водопровідної некондиційної води з підземних джерел (413 водопроводів). Оцінили ступінь використання населенням привізних вод у просторово-часовому аспекті відповідно до даних «Національних доповідей про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2005-2016 рр.).

За результатами власних досліджень оцінено за санітарно-хімічними показниками якість підземної води: з бюветів міста Києва – у 2013 р. (за показниками: забарвленість, каламутність, водневий показник, амоній, нітрити, нітрати, ПО) у Оболонському (16 бюветів), Печерському (8 бюветів), Шевченківському (12 бюветів), Подільському (7 бюветів), Голосіївському (11 бюветів) районах та 2017 р. (за вмістом селену по вул. Ревуцького, 11-Г та 5/7); із локальних свердловин – у 2015 р. глибиною 114 м (її місцезнаходження – на території ПрАТ «ІНДАР» у місті Києві) та 92 м (с. Вигода Житомирського р-ну Житомирської обл.); у 2016 р. (у с. Глібівка Вишгородського р-ну Київської обл., с. Садки Житомирського р-ну Житомирської обл. та м. Бориспіль Київської обл.); у 2018 р. у Бориспільському р-ні Київської обл. (с. Глибоке) та артезіанської, що розташована у с. Білогородка Києво-Святошинського району Київської обл., а також глибиною 145 м у с. Михайлівка Диканського р-ну Полтавської обл. (визначали 35-40 санітарно-хімічних показників згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10). Якісний склад природної та питної води визначали за чинними методиками згідно з вимогами законодавства.

На наступному етапі досліджень проведено аналіз стану питного водопостачання та якості всіх видів води, що використовуються населенням для питного водопостачання. Було визначено: кількість та питому вагу водопроводів

(комунальних, відомчих, сільських), що працюють із порушеннями санітарних вимог; регіони, де виявляються відповідні водопроводи; чинники порушень та їх питому вагу; частоту відхилень проб питної води від санітарних норм в системах централізованого питного водопостачання за хімічними, бактеріологічними та радіаційними показниками; проблемні показники якості всіх видів питних вод відповідно до вимог українського та європейського законодавства [36]. Проаналізовано «Національні доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2009, 2014, 2015, 2016 рр.), за результатами власних досліджень якості питних вод фасованих та з пунктів розливу комерційного призначення вітчизняного виробництва, що виготовлялися у різних областях України та АР Крим упродовж 2001-2007 рр. (176 проб) та 2013-2017 рр. (129 проб), технічні умови та технологічні інструкції з виробництва питних вод фасованих та з пунктів розливу відповідних виробників. У питних водах фасованих та з пунктів розливу досліджували майже 40 санітарно-хімічних показників якості згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

У роботі встановлювали відповідність української нормативної бази щодо якості питних вод європейським вимогам, для чого проводили порівняльну оцінку нормативних вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 (зі зміною № 1) [38] та Директиви 98/83/ЄС (зі змінами 2001, 2003, 2009, 2015 рр.) [36], а також національних нормативних документів Англії [441], Німеччини [442] та ВООЗ «Керівництво по контролю якості питної води» [61, 269, 443].

Наступний етап дисертаційної роботи – соціологічне дослідження, зокрема, анкетування споживачів водопровідних питних вод різних регіонів України (всього 658 анкет) за розробленою нами анкетною. В роботі проаналізовано відповіді респондентів на наступне запитання: «З якими показниками якості питної води Ви пов'язуєте її низьку якість?» Варіанти відповіді: запах, смак, каламутність, колір, жорсткість, інші.

На останньому етапі роботи науково обґрунтовані пропозиції щодо удосконалення українського національного нормативного документа з якості питної води на підставі проведених досліджень та аналізу положень: Водної Рамкової

Директиви 2000/60/ЄС [218], ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], Директиви 98/83/ЄС [36], Директиви 2009/54/ЄС [444], CODEX STAN 227-2001 [445], СанПіН 2.1.4.1116-02 [446], норму HN 28:2003 Литовської Республіки [447]. Проаналізовано тексти етикеток бутильованих вод виробництва країн Європейського Союзу.

Узагальнена інформація про обсяги виконаних робіт представлена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Етапи та обсяги досліджень

№	Етапи	Обсяги
1	2	3
1	Вивчення особливостей сучасного стану та якості води р. Дніпро як основного джерела питного водопостачання в Україні у просторово-часовому аспекті	Матеріали Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» (2015-2017 рр., 906 проб), Державного водного кадастру (2016 р.) [431], «УНГЦ МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні (1992-1994 рр.), «Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2005-2016 рр.) [428], Регламент по управлінню відходами Литви [429], Директива Ради 91/271/ЄЕС [430] та результати вибіркового особистих досліджень (48 проб)
2	Комплексна характеристика якості вихідних та питних вод дніпровських водопровідних станцій з використанням методики інтегральної оцінки	Матеріали виробників водопровідних питних вод 6-ти водопровідних станцій України щодо якості вод у місцях питних водозаборів та питних після 7-ми блоків очищення (2015-2017 рр., 468 проб)

1	2	3
3	Науковий аналіз традиційних та нових технологічних рішень підготовки та транспортування водопровідної питної води	Технологічні регламенти з виробництва питних вод та матеріали щодо якості вихідних та питних вод: 6-ти блоків очищення 5-ми водопровідних станцій України (2015-2017 рр., 396 проб), ПрАТ «Акціонерна компанія «КИЇВВОДОКАНАЛ» (2000-2016 рр., 108 проб), ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» (116 проб) та Алчевського заводу з виробництва питної води (248 проб)
4	Обґрунтування можливості використання солей ПГМГ в технології підготовки питної води як альтернативи хлору	В умовах лабораторного експерименту визначено вплив солей ПГМГ (3 види) та інших (5 видів) реагентів на мікробіологічні та санітарно-хімічні показники якості питної води за різних доз їх введення та умов (475 проб води). Технологічні регламенти з виробництва питних вод та матеріали з якості вихідних та питних вод за даними КП Новоград-Волинської міської ради «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства» (288 проб) та КП «Житомирводоканал» (24 проби)
5	Оцінка в хронічному токсикологічному експерименті безпечності питної води, виготовленої за участю гуанідинових сполук (ПГМГ)	У двох серіях токсикологічного експерименту (біохімічні, гематологічні, імунологічні дослідження) використовували 120 білих щурів по 10 тварин у двох контрольних та у десяти дослідних групах (دوزи солей ПГМГ у першій серії – 10; 15 мг/л, у другій – 0,5; 1,0; 3,0 мг/л)

1	2	3
6	Аналіз стану питного водопостачання та якості вихідних та питних вод централізованого та нецентралізованого питного водопостачання	<p>Проаналізовано технічні умови та технологічні інструкції з виробництва досліджених питних вод фасованих та з пунктів розливу, а також матеріали щодо якості різних видів вод:</p> <ul style="list-style-type: none"> - за даними Держсанепідслужби України (2000-2016 рр.) та «УНГЦ МОЗУ» (1992-1994 рр.); - за даними СВКП «КИЇВВОДФОНД» (140 проб води з бюветів м. Києва); - за даними водоканалів з 20-ти областей України, АР Крим та м. Севастополь (413 проб некондиційної водопровідної води з підземних джерел); - за даними власних досліджень: з бюветів (56 проб); із свердловин (9 проб); фасованих та з пунктів розливу (2001-2007 р. – 176 проб; 2013-2017 рр. – 129 проб); - згідно з «Національною доповіддю про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні» (2005-2016 рр.) [428].
7	Анкетне опитування населення щодо якості водопровідних питних вод	Опитано 658 споживачів водопровідних питних вод з різних адміністративно-територіальних регіонів України
8	Аналіз української нормативної бази з якості питних вод на відповідність вимогам європейського водного законодавства та	Проаналізовано 9 нормативних документів: Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС [218], ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], Директива 98/83/ЄС [36], Керівництво ВООЗ [61, 269, 443], національні нормативні документи Англії [441],

Продовження табл. 2.1

1	2	3
	розробка пропозицій до удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази	Німеччини [442], CODEX STAN 227-2001 Codex Alimentarius [445], СанПіН 2.1.4.1116-02 [446], норми HN 28:2003 Литовської Республіки [447]

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНОГО СТАНУ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ ЯК ОСНОВНОГО ДЖЕРЕЛА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ

3.1. Результати моніторингу якості дніпровської води за комплексом санітарно-хімічних показників

Завданням цього етапу було провести оцінку якості води р. Дніпро як основного джерела питного водопостачання населення України за комплексом санітарно-хімічних показників, дослідити особливості та закономірності її формування насамперед з метою подальшої розробки та впровадження у практику адекватної системи оцінки якості природних та питних вод передусім за «індикаторними» показниками згідно з Директивою 98/83/ЄС [36].

Проаналізовано матеріали Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» та підтверджено, що якість річкової води за дослідженими показниками, що характеризують вміст органічних та біогенних речовин, була прийнятною, відповідала 2-3 класам згідно з ДСТУ 4808:2007 [91], категоріям A2G-A3G згідно з Директивою 75/440/ЄЕС стосовно вимог до якості поверхневих вод, призначених для забору питної води, тобто характеризувалася підвищеним вмістом органічних речовин (водний гумус, біомаса водоростей та їх метаболіти, органічні речовини антропогенного походження) [143–146, 161, 448, 449]. За весь час спостережень у 2015-2017 рр. виявлено мінімальний вміст ХСК на рівні 15,2 мг/л, максимальний – 50,5 мг/л, у 1994-1998 рр. – 15 мг/л та 40 мг/л відповідно [161, 448, 449]. Вміст ХСК в усіх пробах перевищував гігієнічний норматив для вихідної води водопровідної станції з традиційною технологією водоочищення (15,0 мг/л) [457], середній вміст цього показника був більший за відповідний норматив майже у 2 рази, що збігається з даними 1994-1998 рр. (табл. 3.1). Якщо середній вміст ХСК у воді із пункту 1

Якість води р. Дніпро за комплексом пріоритетних показників ($M \pm m$)

Показник, одиниця виміру	Середні значення концентрацій упродовж року (-ів)			
	1994-1998*	2015	2017	2015-2017
Розчинений кисень, мг/л	8,690	8,976 \pm 0,110	8,383 \pm 0,122	8,722 \pm 0,065
Кольоровість, град.	38,500	23,011 \pm 0,697	28,032 \pm 0,909	24,499 \pm 0,448
Амоній, мг/л	0,500	0,292 \pm 0,01	0,342 \pm 0,01	0,315 \pm 0,006
ХСК, мг/л	31,860	28,289 \pm 0,402	28,061 \pm 0,33	27,660 \pm 0,203
Фосфат-іон, мг/л	-	-	0,331 \pm 0,015	0,332 \pm 0,014
Залізо, мг/л	0,240	0,203 \pm 0,004	0,230 \pm 0,006	0,206 \pm 0,003
Марганець, мг/л	0,040	0,059 \pm 0,001	0,058 \pm 0,002	0,058 \pm 0,001

Примітка. * за даними наукової літератури [161].

Київського водосховища виявлено на рівні 29,4 \pm 0,845 мг/л, то із пункту 3 Кременчуцького водосховища вже був достовірно ($p < 0,001$) менший у 1,2 раза, а з інших двох пунктів цього водосховища (4 та 5) більший у 1,5 раза (рис. 3.1) [450].

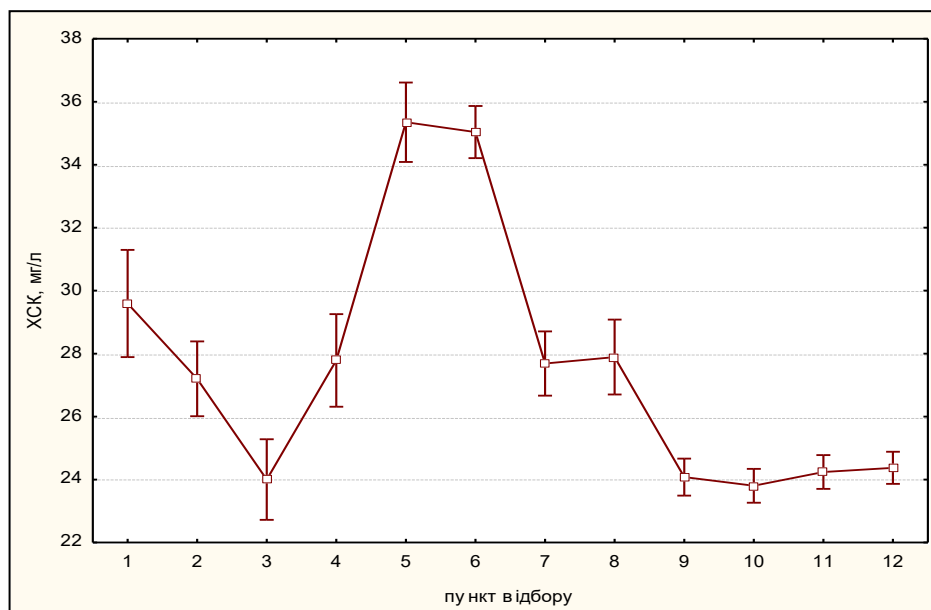


Рис. 3.1 – Середній вміст ХСК у воді р. Дніпро: 1 – Київське водосховище (нижній б'єф Київської ГЕС, біля міста Києва); 2 – Канівське водосховище

(м. Канів, нижній б'єф Канівської ГЕС); 3, 4, 5 – Кременчуцьке водосховище (3 – біля м. Черкаси с. Сокирне; 4 – біля міста Світловодська; 5 – біля міста Кременчука, с. Власівка); 6, 7 – Кам'янське (Дніпродзержинське) водосховище (6 – біля м. Горішні Плавні; 7 – верхній б'єф Середньодніпровської ГЕС, с. Аули, біля м. Кам'янське); 8, 9 – Дніпровське (Запорізьке) водосховище (8 – с. Н. Кайдаки, біля м. Дніпро; 9 – верхній б'єф ДніпроГЕС, біля м. Запоріжжя, ДВС-1, ДВС-2); 10, 11 – Каховське водосховище (10 – м. Енергодар; 11 – нижній б'єф Каховської ГЕС); 12 – р. Дніпро-пони́ззя (м. Херсон).

Якщо порівнювати середню концентрацію ХСК ($27,66 \pm 0,203$ мг/л) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то достовірно її перевищуватимуть лише вміст у пункті 1 Київського ($29,4 \pm 0,845$ мг/л), 4 ($27,642 \pm 0,725$ мг/л), 5 ($35,299 \pm 0,620$ мг/л) Кременчуцького, 6 ($35,004 \pm 0,604$ мг/л), 7 ($27,685 \pm 0,5$ мг/л) Кам'янського, 8 Дніпровського ($27,919 \pm 0,584$ мг/л) водосховищ. Максимальний вміст ХСК встановлено у воді із пунктів 5 ($35,299 \pm 0,62$ мг/л) Кременчуцького та 6 ($35,004 \pm 0,406$ мг/л) Кам'янського водосховищ, що відповідає 3 класу якості за ДСТУ 4808:2007. Далі вздовж русла підвищення ХСК не спостерігалось, вміст цього показника був стабільним та знижувався у воді із пунктів 7 Кам'янського та 9 Дніпровського водосховищ. Виявлено статистично достовірну різницю ($p < 0,001$) між його вмістом у воді із пункту 1 Київського водосховища ($29,4 \pm 0,845$ мг/л) та 12 пони́ззя річки ($24,42 \pm 0,251$ мг/л) ($p < 0,001$). Загалом у воді питного водозабору м. Запоріжжя (пункт 9) та біля населених пунктів нижче за течією Дніпра якість води найліпша ($p < 0,001$) порівняно з водою з інших пунктів. Зазначене можливо пояснити впливом антропогенних та природних факторів [147-149].

Порівняльна оцінка середньорічного вмісту ХСК у річковій воді за три роки дозволила зробити висновок про нестабільність цього показника, у 2016 р. його вміст був достовірно нижчим ($p < 0,001$), ніж у 2015, 2017 рр. (рис. 3.2).

Індикатором вмісту гумусових речовин може бути кольоровість річкової води [161]. Результатами досліджень встановлено, що кольоровість зазначеної води

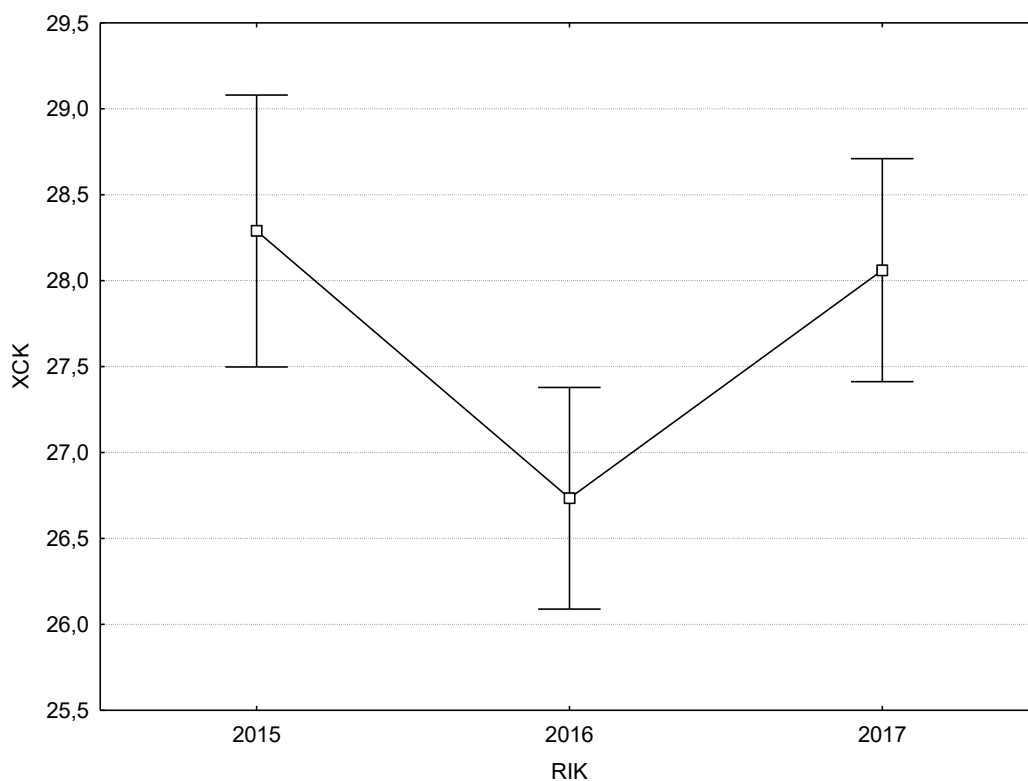


Рис. 3.2 – Середньорічний вміст ХСК (мг/л) дніпровської води за 2015-2017 рр.

відрізнялася на окремих відрізках водойми. Відповідно до даних «УНГЦ МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні за 1992-1994 рр. у минулому столітті найменші рівні кольоровості спостерігалися у Верхньому Дніпрі, а в межах Середнього та Нижнього Дніпра вони були дещо вищими (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Межі коливання кольоровості (мінімальна-максимальна, град.)
води в трьох основних частинах р. Дніпро**

Роки	Верхній Дніпро	Середній Дніпро	Нижній Дніпро
1951-1954	–	–	60-80
1951-1959	–	60-80	–
1962-1964	15-90	60-80	60-80
1990-1991	–	24-155	–
1994-1996	20-40	30-50	–
2015-2017	18-59	6-60	6-20

Дослідження у 2015-2017 рр. показали зворотне – мінімальний рівень кольоровості у Нижньому Дніпрі, а у Верхньому та Середньому трохи вищий. Зазначене можливо пояснити зміною характеристик річкової системи Дніпра протягом часу через її зарегульованість.

У воді із пункту 2 Канівського водосховища виявлено у 1,2 раза більший рівень кольоровості річкової води порівняно із його рівнем у воді із пункту 1 (рис. 3.3).

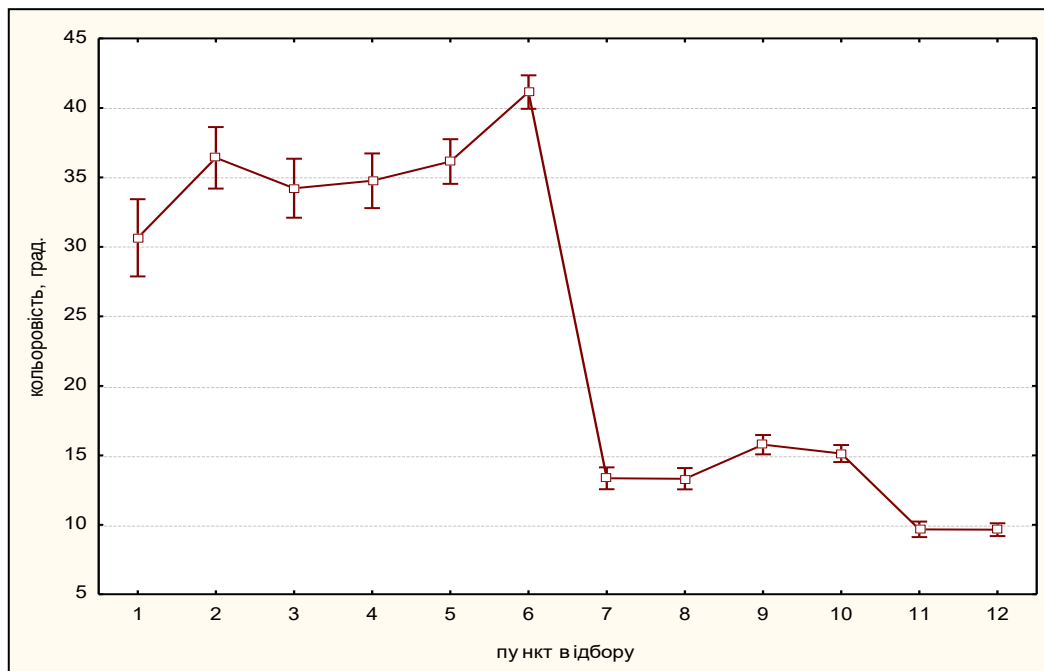


Рис. 3.3 – Середній рівень кольоровості у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 3.1.

У воді із пунктів 2-6 середній рівень кольоровості був стабільно високим, порівняно із рівнем у воді з інших пунктів. Максимальне середнє значення цього показника ($41,301 \pm 0,601$ град.) виявлено у воді із пункту 6 Кам'янського водосховища, а із пункту 7 цього ж водосховища виявлено достовірно менший його рівень у 3 рази ($p < 0,001$). Далі тільки у воді із пунктів 9 Дніпровського та 10 Каховського водосховища також рівень кольоровості був достовірно більший ($p < 0,001$). Виявлено, що кольоровість води у пункті 1 Київського водосховища у 3,2 раза більша, ніж у пункті 12 (у пониззі Дніпра). Якщо порівнювати середній

рівень кольоровості ($24,499 \pm 0,448$ град.) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то його достовірно перевищуватимуть лише рівень у пункті 1 Київського ($30,67 \pm 1,72$ град.), 2 Канівського ($36,451 \pm 1,093$ град.), 3 ($34,459 \pm 1,056$ град.), 4 ($34,789 \pm 0,961$ град.), 5 ($36,238 \pm 0,789$ град.) Кременчуцького, 6 ($41,301 \pm 0,601$ град.) Кам'янського водосховища. За весь час спостережень у 2015-2017 рр. виявлено мінімальний рівень кольоровості на рівні 6 градусів, максимальний – 59 градусів, що відповідає 2 класу якості води джерела ДСТУ 4808:2007 [91]. Порівняльна оцінка середньорічного рівня кольоровості у річковій воді за три роки дозволила зробити висновок щодо нестабільності цього показника упродовж часу, наприклад, у 2017 р. його середній рівень у всіх пунктах відбору проб був більший за рівень у 2015 та 2016 рр. (рис. 3.4).

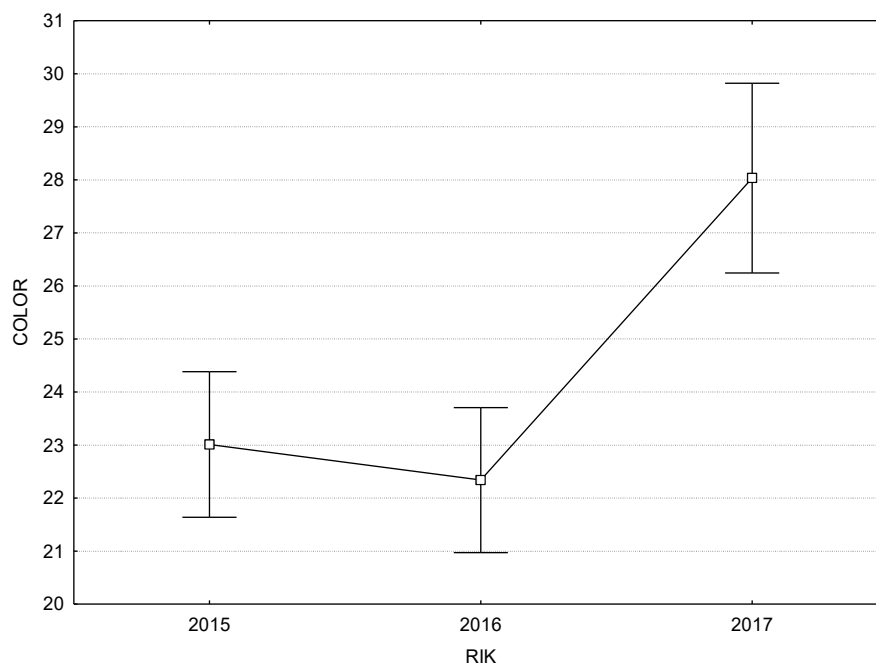


Рис. 3.4 – Середньорічний рівень кольоровості (мг/л) дніпровської води за 2015-2017 рр : COLOR – кольоровість річкової води.

Підтверджено залежність кольоровості від пори року та її збільшення у теплий період року (рис. 3.5). Зміни кольоровості річкової води упродовж часу та вздовж русла можуть вказувати на зміни якісного та/або кількісного складу органічних сполук, зокрема, через процеси евтрофікації [175].

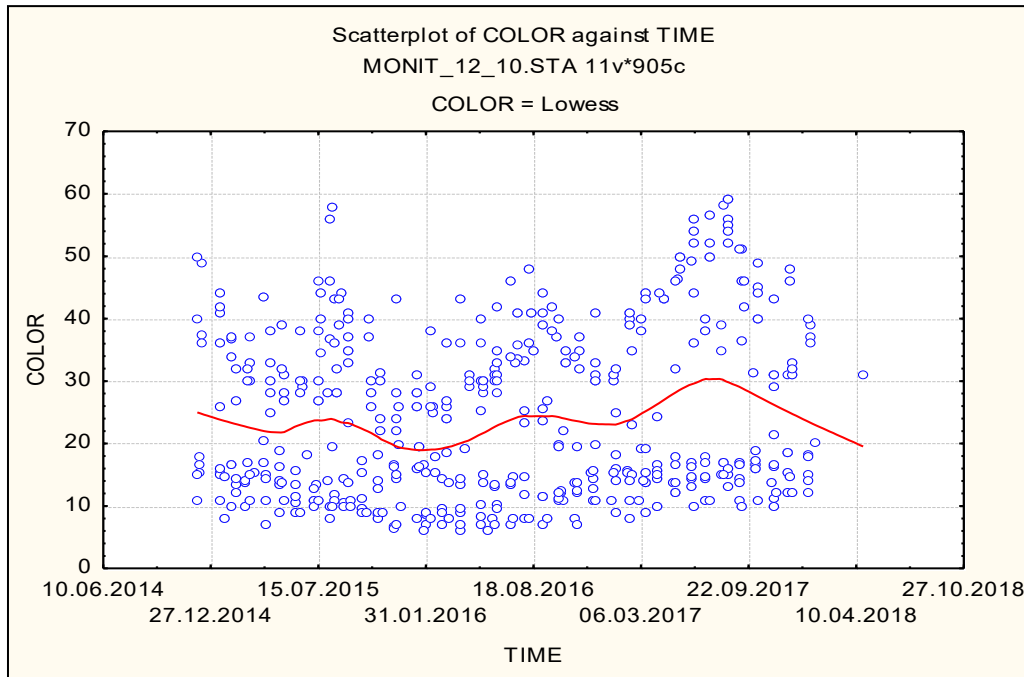


Рис. 3.5 – Динаміка рівня кольоровості дніпровської води за 2015-2017 рр.

Чинниками «цвітіння» води є біогенні речовини – азот та фосфор [172]. За даними середини минулого століття фосфор знаходився у дуже малих кількостях у природних водах (соті та рідше десяті долі міліграмів в 1 дм³) [451, 452].

Результати досліджень свідчать, що середній вміст фосфат-іону ($0,332 \pm 0,014$ мг/л) відповідав 3 класу за ДСТУ 4808:2007 [91]. Порівняно із вмістом фосфат-іону у воді із пункту 1 Київського водосховища ($0,201 \pm 0,019$ мг/л) у воді із пункту 2 Канівського водосховища його вміст вже був більший (у 2,7 раза) (рис. 3.6).

Із рисунку 3.6 можливо бачити, що вміст фосфат-іону у воді із пункту 5 менший, ніж із пункту 4 Кременчуцького водосховища (у 2,7 разів), а у воді із пункту 7 Дніпровського водосховища він знов зріс (у 2,2 рази). Якщо порівнювати середню концентрацію фосфат-іону з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то її достовірно будуть перевищувати концентрації у всіх пунктах відбору проб, крім 5 Кременчуцького ($0,162 \pm 0,017$ мг/л) та 6 Кам'янського ($0,202 \pm 0,041$ мг/л) водосховищ. Виявлено вміст фосфат-іону мінімальний – 0,05 мг/л та максимальний – 0,9 мг/л. Середній вміст фосфат-іону у воді із пункту 12 у пониззі річки був більший у 1,5 раза порівняно із пунктом 1 Київського водосховища, отже загалом

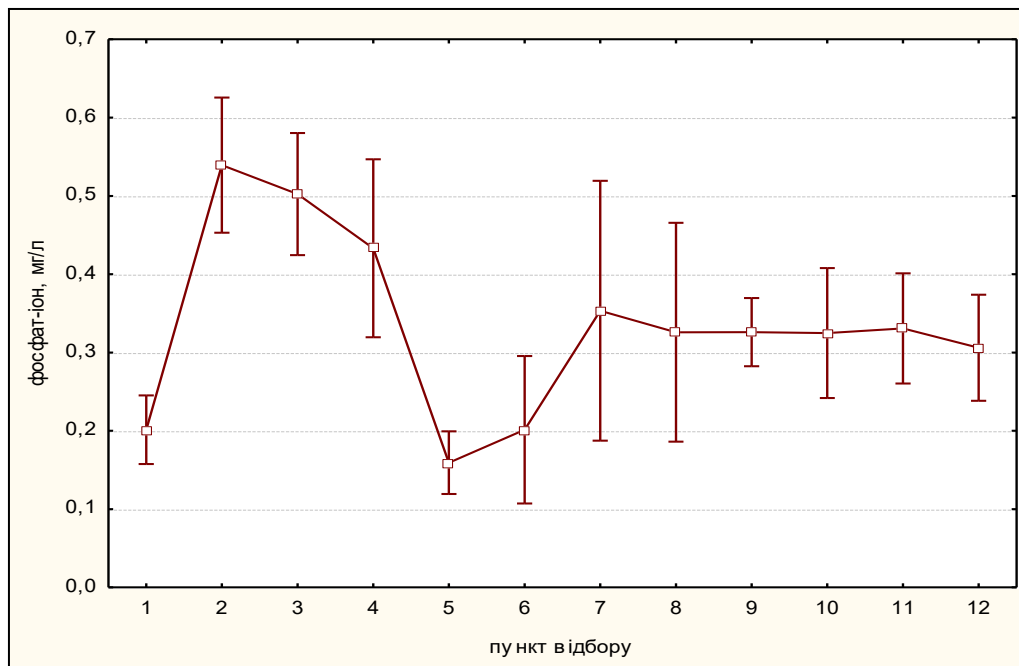


Рис. 3.6 – Середній вміст фосфат-іону у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 3.1.

спостерігається збільшення фосфору протягом русла р. Дніпро, що є чинником інтенсифікації «цвітіння» води у Дніпрі [146]. Зазначене можливо пояснити насамперед забрудненням водойми через скидання неочищених стічних вод, що вміщують фосфатні мийні засоби [84]. Зокрема, за даними Державного агентства водних ресурсів у 2016 р. у водні об'єкти басейну Дніпра в Україні всього разом із зворотними водами (без врахування шахтно-кар'єрних вод) було скинуто 1939 тонн фосфатів [431].

Результати досліджень підтвердили наявність у річковій воді амонію у кількостях, що відповідають чинним нормативним вимогам щодо якості питної води ($\leq 2,6$ мг/л), але у таких, що можуть сприяти надмірній евтрофікації (більше як 0,3 мг/л) [113]. Упродовж 2015-2017 рр. у різних пробах виявлено вміст амонію мінімальний – 0,1 мг/л (відповідає 1 класу якості) та максимальний – 1,43 мг/л (відповідає 4 класу якості за ДСТУ 4808:2007 [91]). Якщо порівнювати середню концентрацію амонію ($0,315 \pm 0,006$ мг/л) з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то її достовірно перевищуватимуть концентрації у пунктах: 2 ($0,381 \pm 0,009$ мг/л), 3 ($0,379 \pm 0,014$ мг/л), 4 ($0,376 \pm 0,012$ мг/л), 5 ($0,348 \pm 0,021$ мг/л),

6 ($0,516 \pm 0,036$ мг/л). Вміст амонію у воді із пункту 2 Канівського у 1,2 раза був вищий за вміст із пункту 1 Київського водосховища, а у воді із пункту 6 Кам'янського у 1,5 раза більший, ніж із пункту 5 Кременчуцького водосховища. У воді із пункту 6 спостерігався максимальний вміст амонію ($0,516 \pm 0,036$ мг/л) порівняно із вмістом у інших пробах. Середній вміст амонію від пункту 1 до 12 зменшився у 2,6 раза (рис. 3.7).

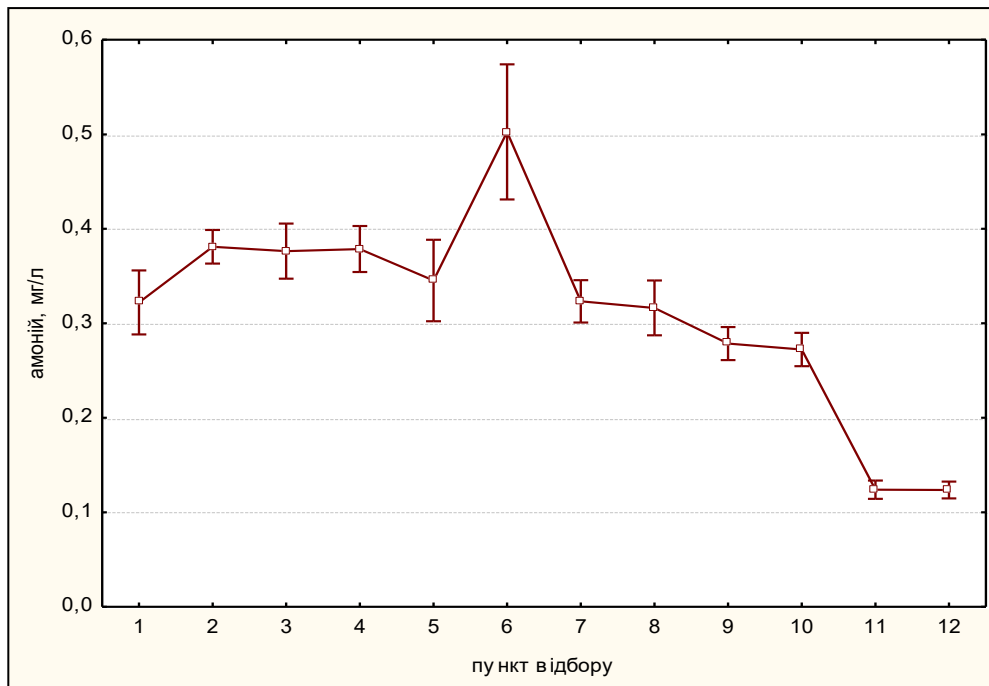


Рис. 3.7 – Середній вміст амонію у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні, зазначеним на рис. 3.1.

Основними засобами профілактики «цвітіння» води є запобігання попадання азоту та фосфору у водойми із стічними водами, поверхневим стоком сільськогосподарських угідь та додержання інших вимог з охорони водних об'єктів від забруднень [146]. Основним чинником забруднення річкової води фосфором та азотом є стічні води навіть після їх біологічного очищення [453]. На жаль, доочищення очищених стічних вод в Україні не поширено, упродовж 10 років збільшилося із 3 до 6 % від загальної кількості очищених стічних вод [428] (рис. 3.8).

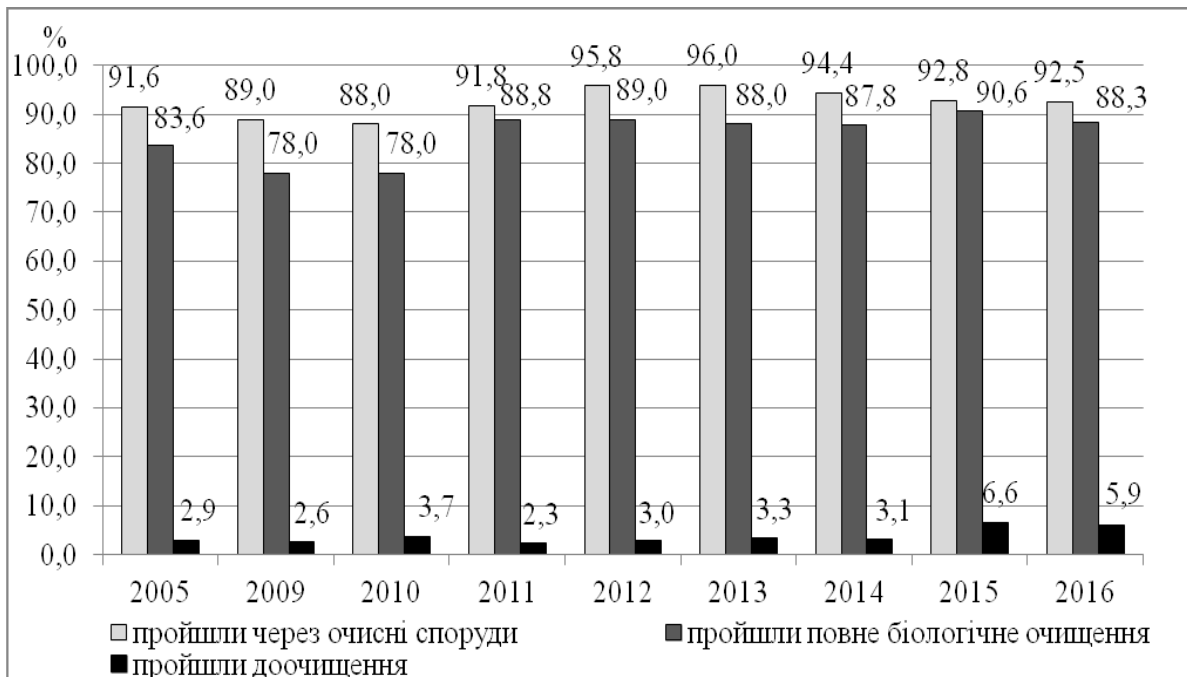


Рис. 3.8 – Частка стічних вод (%), які пройшли різні ступені очищення (відносно їх загального обсягу).

Отже, на сьогодні є актуальним з метою поліпшення якості поверхневих вод України встановити нормативи ЄС для азоту та фосфору в очищених стічних водах, які скидають у водойми, що залежать від розміру агломерації та виду стічних вод [429] (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вимоги до якості стічних вод за вмістом фосфору та азоту

Показник	Розмір агломерації ¹ , м ³ /добу	Середньорічний вміст, мг/л	Мінімальна ефективність очищення, %
Загальний фосфор	< 5 ≤ 10 000	2 ²	80
	< 10 000 ≤ 100 000	2	
	>100 000	1	
Загальний азот	< 5 ≤ 10 000	20 ²	70–80
	< 10 000 ≤ 100 000	15	
	>100 000	10	

Примітки:

¹ Агломерація – урбанізована територія, на якій концентрація населення та/або економічної діяльності є достатньою для каналізування міських стічних вод і

направлення їх до підприємства з очищення міських стічних вод або у місця їх остаточного скиду [430];

² Для муніципальних/побутових стічних вод норматив може бути більший та встановлюватися за допомогою розрахунків за наданою у документі [430] формулою.

Наслідком процесу «цвітіння» є зниження вмісту розчиненого кисню у річковій воді [165]. Середній вміст цього показника у воді р. Дніпро за даними 2015-2017 рр. відповідав 1 класу якості згідно з ДСТУ 4808:2007 [91] ($8,722 \pm 0,065$ мг/л) та майже збігався з даними 90-х років (табл. 3.1). Якщо порівнювати середню концентрацію кисню з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то нижчими будуть концентрації у пунктах: 1 ($8,039 \pm 0,225$ мг/л), 2 ($8,129 \pm 0,199$ мг/л), 3 ($8,378 \pm 0,209$ мг/л), 6 ($7,187 \pm 0,166$ мг/л), 10 ($8,468 \pm 0,102$ мг/л). Протягом 2015-2017 рр. виявлено вміст кисню мінімальний – 3,9 мг/л та максимальний – 14,4 мг/л. Вздовж русла вміст цього показника у воді від пункту 1 ($8,039 \pm 0,225$ мг/л) до 12 ($10,619 \pm 0,269$ мг/л) достовірно збільшувався ($p < 0,001$), але було виявлено різке його зниження у воді із пунктів 6 Кам'янського та 9 Дніпровського водосховища (рис. 3.9).

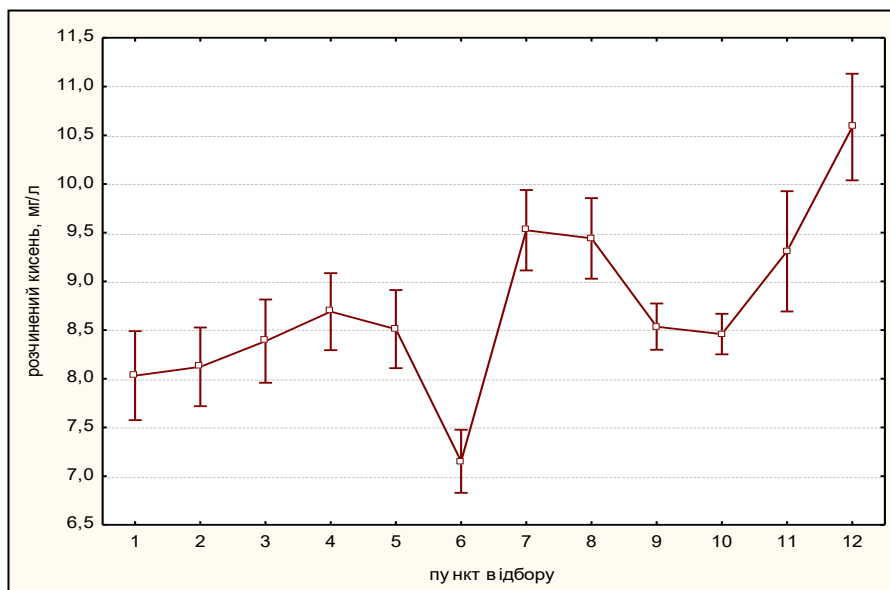


Рис. 3.9 – Середній вміст розчиненого кисню у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні зазначеним на рис. 3.1.

Мінімальний вміст кисню виявлено у воді із пункту 6 ($7,187 \pm 0,166$ мг/л). Слід відзначити, що на окремих відрізках водного об'єкту мінімальний вміст кисню складав 5,0-3,9 мг/л, найімовірніше, через процеси «цвітіння» та розвиток синьо-зелених водоростей, під час відмирання яких виникає кисневий дефіцит та збільшення вмісту органічних речовин [178].

Встановлено, що у воді із пунктів 2 Канівського, 3 та 4 Кременчуцького водосховищ одночасно спостерігався високий вміст кольоровості, фосфору, амонію та заліза. Результати досліджень, проведені упродовж 2015-2017 рр., свідчать про достовірний ($p < 0,001$) зріст концентрації заліза у пунктах 2 Канівського ($0,288 \pm 0,11$ мг/л), 6 Кам'янського ($0,290 \pm 0,1$ мг/л), 9 Дніпровського ($0,230 \pm 0,07$ мг/л) водосховищ (рис. 3.10).

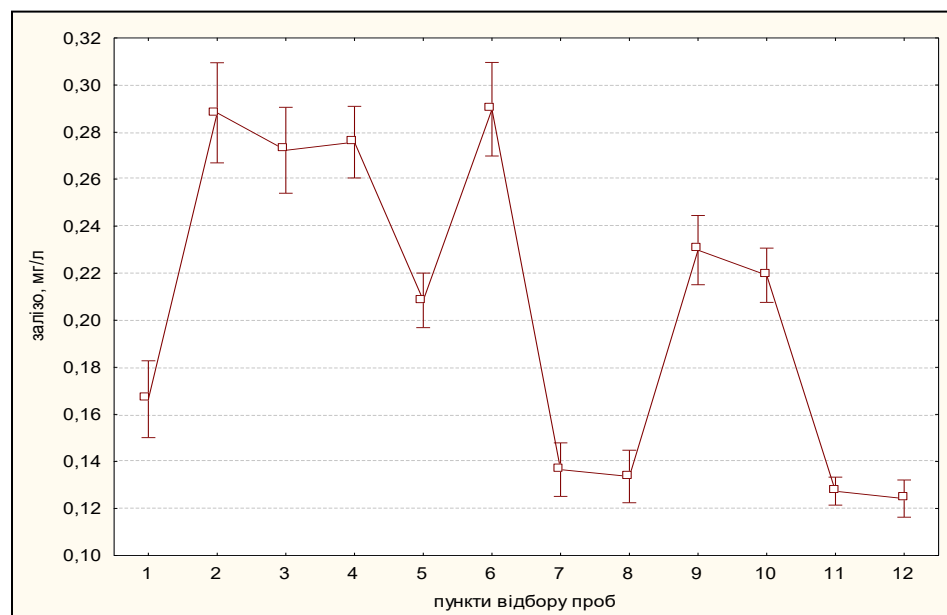


Рис. 3.10 – Середній вміст заліза у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні зазначеним на рис. 3.1.

Упродовж 2015-2017 рр. виявлено загальний вміст заліза мінімальний – 0,02 мг/л та максимальний – 0,52 мг/л, що не перевищував максимально дозволений гігієнічний норматив для питних вод (1,0 мг/л) [38]. Якщо порівнювати середню концентрацію заліза з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то більшими будуть концентрації у пунктах: 2 Канівського ($0,288 \pm 0,011$ мг/л), 3 ($0,272 \pm 0,009$ мг/л), 4 ($0,276 \pm 0,008$ мг/л) Кременчуцького, 6 Кам'янського ($0,29 \pm$

0,01 мг/л), 9 Дніпровського (0,230±0,07 мг/л), 10 Каховського (0,219±0,006 мг/л) водосховищ. Загалом, якщо не враховувати підвищення концентрацій у деякі місяці, відповідно до даних «УНГЦ МОЗУ» про стан водних об'єктів в Україні за 1992-1994 рр. фактичний вміст заліза майже не змінився упродовж 60 років (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Межі коливання загального заліза (мінімальний-максимальний вміст, мг/л)
у воді в трьох основних частинах р. Дніпро**

Роки	Верхній Дніпро	Середній Дніпро	Нижній Дніпро
1951-1954	–	–	0-0,40
1951-1959		0-2,85	–
1962-1964	0,10-2,40	–	–
2015-2017	0,15-1,12	0,10-0,52	<0,10-0,38

Виявлено достовірне збільшення концентрації марганцю у пункті 5 Кременчуцького водосховища (середній вміст – 0,072±0,005 мг/л), що відповідало його вмісту у пункті 1 Київського водосховища (0,073±0,004 мг/л), а також його збільшення у пункті 11 Каховського водосховища (0,058±0,001 мг/л) (рис. 3.11).

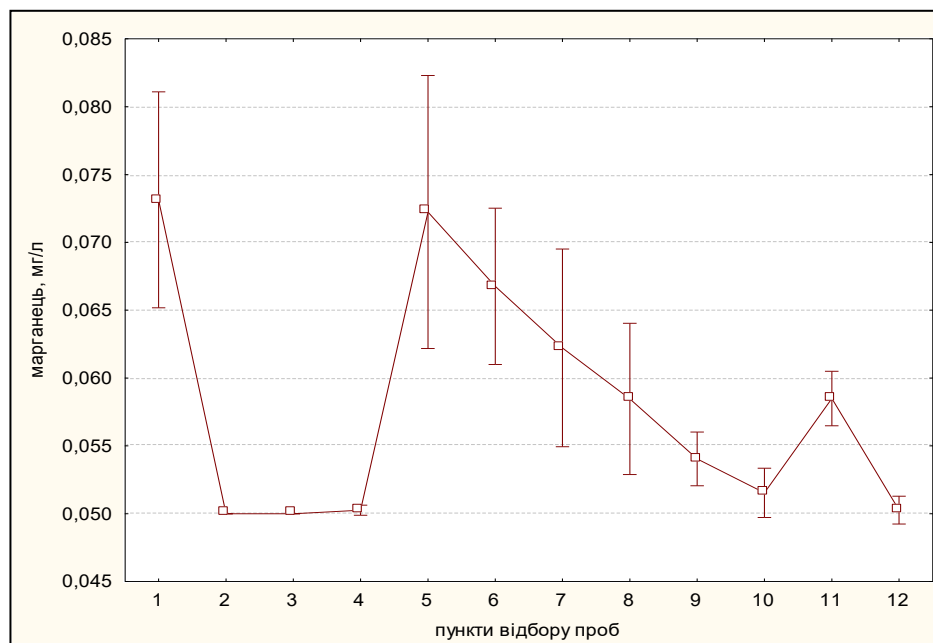


Рис. 3.11 – Середній вміст марганцю у воді р. Дніпро: пункти відбору 1-12 аналогічні зазначеним на рис. 3.1.

Якщо порівнювати середню концентрацію марганцю з концентраціями у 12-ти пунктах відбору проб, то більшими будуть концентрації у пунктах: 1 Київського ($0,073 \pm 0,004$ мг/л), 5 Кременчуцького ($0,072 \pm 0,005$ мг/л), 6 ($0,067 \pm 0,003$ мг/л), 7 ($0,062 \pm 0,004$ мг/л) Кам'янського, 9 Дніпровського ($0,230 \pm 0,007$ мг/л) водосховищ. Упродовж 2015-2017 рр. виявлено вміст марганцю мінімальний – 0,01 мг/л та максимальний 0,32 мг/л, що не перевищував максимально дозволений гігієнічний норматив для питних вод – 0,5 мг/л [37]. Підтверджено, що якість річкової води за вмістом заліза та марганцю у 2015-2017 рр. була прийнятною та відповідала 2-3 класам згідно з ДСТУ 4808:2007 [91]. Результати досліджень підтвердили достовірне зниження вмісту заліза ($p < 0,001$) та марганцю від пункту 1 Київського водосховища до пункту 12 у пониззі Дніпра у 1,3 та 1,5 разів відповідно, що може пояснюватися природними умовами формування гідрологічного та гідрохімічного режимів, змінами видів ґрунтів (чорноземи, каштанові ґрунти і солончаки) тощо [161].

Загалом за руслом Дніпра, як і в 90-х роках, періодично виявляються суттєві збільшення таких показників (ХСК, кольоровість, залізо), з меншою частотою – марганцю та фосфору. Різкі зміни показників якості поверхневої води можуть бути через природні чинники (зміни температури повітря та води, опади, крижаний покрив, паводкові процеси тощо) та антропогенні (десорбція забруднень із донних відкладень через зміни рівня води у водосховищі завдяки його спрацюванню, скидання недостатньо очищених стічних вод тощо).

Попередньо проведений кореляційний аналіз показників якості річкової води з температурою показав достовірний її зв'язок тільки з ХСК ($p < 0,001$) та киснем ($p < 0,001$) у всіх пунктах відбору проб. На узагальнених графіках видно наявність лінійного позитивного зв'язку із ХСК та негативного з киснем (рис. 3.12).

Математична модель динаміки змін ХСК від температури мала такий вигляд (табл. 3.5):

$$y = a + bx, \quad (3.1)$$

де a , b – параметри моделі.

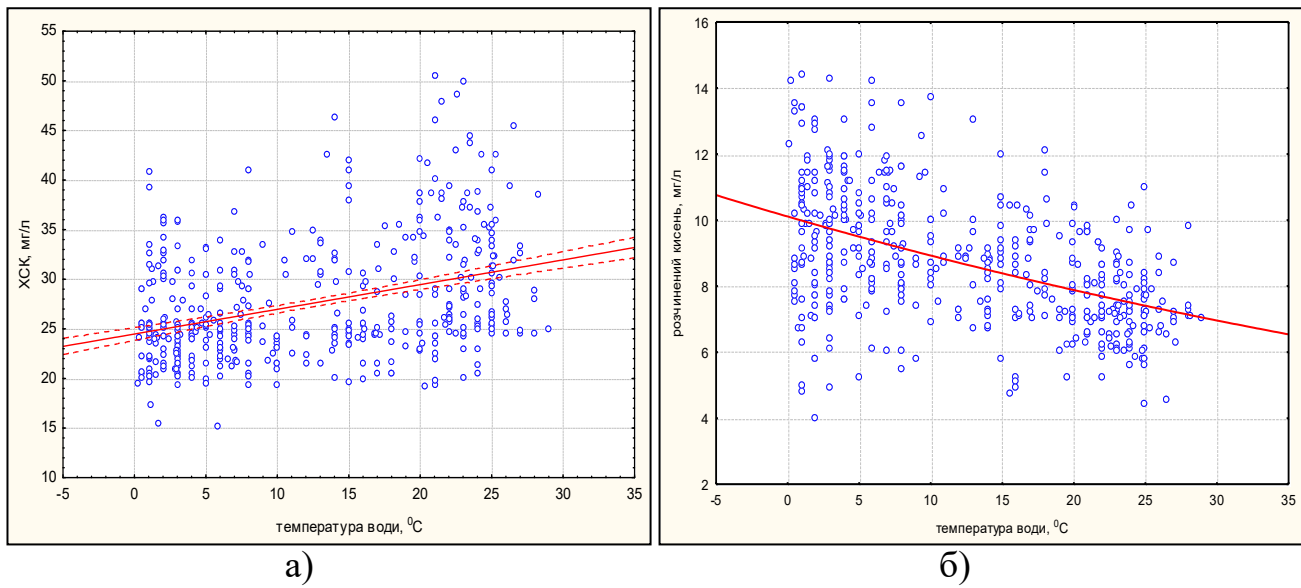


Рис. 3.12 – Динаміка концентрацій ХСК (а) та розчиненого кисню (б) залежно від температури води.

Таблиця 3.5

Статистичні характеристики параметрів математичних моделей

Параметр	Середнє значення (M)	Похибка середнього (m)	Коефіцієнт t	p
a	24,62	0,329	74,796	< 0,001
b	0,247	0,022	11,323	< 0,001

Відповідно до теоретичних основ процесу розчинення кисню у воді [451] математична модель динаміки змін кисню від температури мала такий вигляд (табл. 3.6):

$$y = k \times \exp(-ax), \quad (3.2)$$

де k , a – параметри моделі.

Таблиця 3.6

Статистичні характеристики параметрів математичних моделей

Параметр	Середнє значення (M)	Похибка середнього (m)	Коефіцієнт t	p
k	10,109	0,106	95,497	< 0,001
a	0,012	0,001	15,976	< 0,001

На узагальненому графіку чітко видно сезонні зміни вмісту ХСК ($p < 0,001$) та максимальний пік у теплий період року. Максимальний рівень виявлено на 220-ий день року (першу декаду серпня) (рис. 3.13).

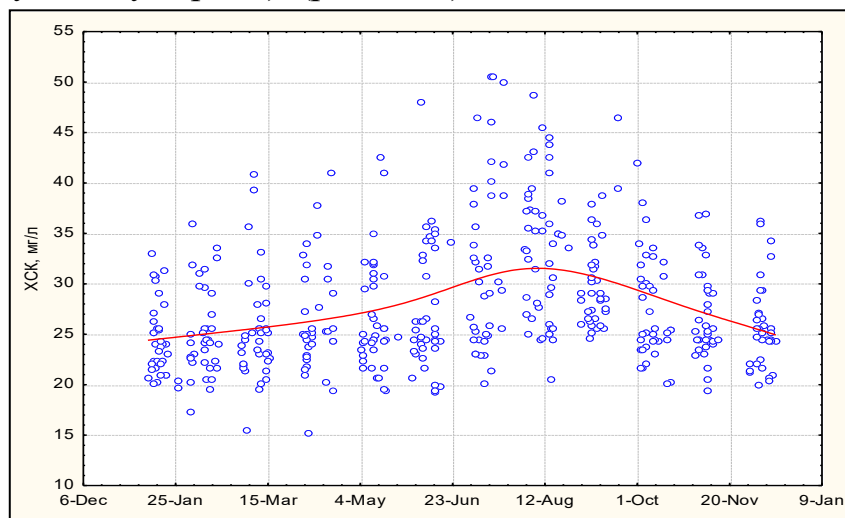


Рис. 3.13 – Динаміка концентрацій ХСК залежно від сезону року.

Крива може бути описана такою функцією (y), аналогічною функції щільності нормального розподілу (табл. 3.7):

$$y = y_0 + b \times \exp(-c \times (x - x_0)^2), \quad (3.3)$$

$$y = (25,5343) + (7,67726) \times \exp(-,347e-3 \times (x - (218,278))^2), \quad (3.4)$$

де y_0 , b , c , x_0 – параметри моделі, що мають, відповідно, значення:

y_0 – зсув по осі « y »-ів;

b – масштаб;

c – «швидкість»;

x_0 – зсув по осі « x »-ів.

Результати розрахунку параметрів моделей (табл. 3.7) свідчать, що всі вони достовірні на високому рівні значущості, що доводить загальну адекватність моделі.

Результати розрахунку індексів екологічного стану р. Дніпро щодо вмісту речовин, які формують ризик «цвітіння», свідчать, що найпроблемнішу якість мала

Статистичні характеристики параметрів математичних моделей

Параметр	Середнє значення (M)	Похибка середнього (m)	Коефіцієнт t	p
y_0	25,54	0,28	89,88	< 0,001
b	7,68	0,54	14,30	< 0,001
c	0,0003	0,000065	5,35	< 0,001
x_0	218,26	3,00	72,85	< 0,001

вода у пункті відбору проб 6 Кам'янського водосховища біля м. Горішні Плавні (рис. 3.14).

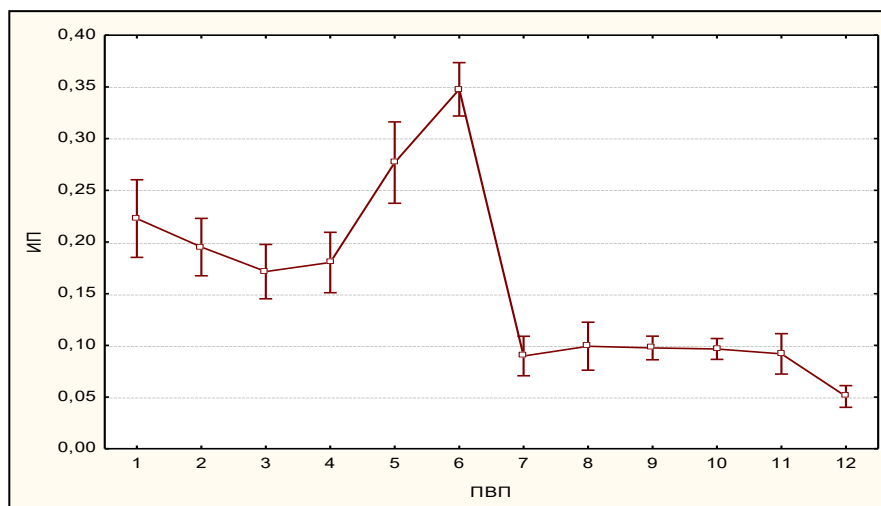


Рис. 3.14 – Модель просторової тенденції зміни якості води із використанням індексу її забруднення: ІП – інтегральний показник, ПВП – пункти відбору проб; пункти відбору 1-12 аналогічні зазначеним на рис. 3.1.

На нашу думку, негативний вплив на склад води у цьому пункті можуть мати стічні води передусім м. Кременчук, яке входить до першого десятка промислових міст України, що скидають найбільшу кількість забруднювальних речовин у водні об'єкти басейну Дніпра зі зворотними стічними водами.

Як можна бачити на рисунку 3.14, інтегральні індекси щодо якості води збігаються у пунктах 1-4, а також 7-11, зокрема у першій зазначеній групі індекси були у 2 рази більші, ніж у пунктах другої групи. Виявлено суттєве збільшення індексу у пунктах 5 (у 1,5 раза) та 6 (ще у 1,2 раза), його зниження у пункті 12 (у

1,8 раза). Різниця у індексах між пунктами 6 та 12 максимальна та дорівнює 6,9 раза. Отже, інтегральна оцінка дозволила виділити схожі за якістю зони екологічного стану річки щодо вмісту органічних речовин та оцінити їх кількісно.

Проведено відповідну інтегральну оцінку якості води у 12-ти пунктах відбору проб окремо по роках та встановлено стабільність значень інтегральних показників упродовж 2015-2017 рр. у пунктах 1-3 та 5-12 та різке зростання у 2017 р. у пункті 4 Кременчуцького водосховища (рис. 3.15).

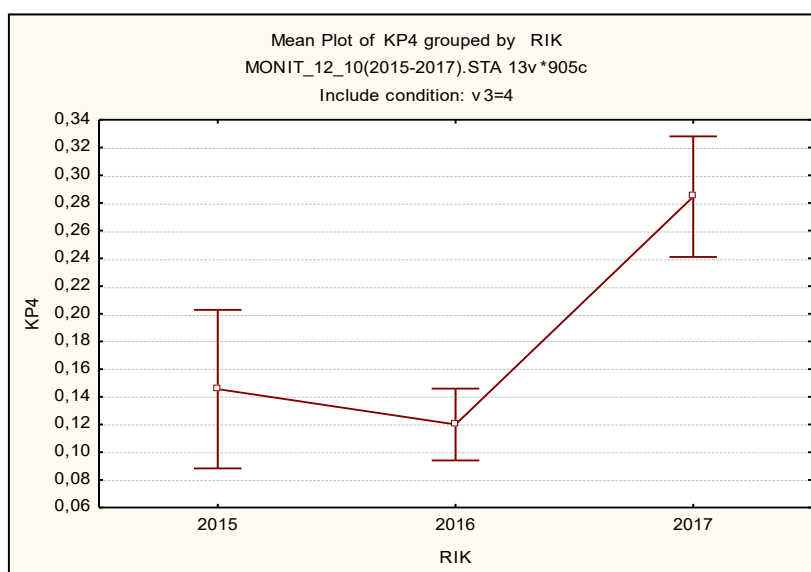


Рис. 3.15 – Модель часової тенденції зміни якості води у пункті 4 із використанням індексу її забруднення: KP4 – інтегральний показник, RIK – роки.

Для оцінки якості річкової води застосовано один з ефективніших інструментів класифікації – метод кластерного аналізу. З використанням методу кластерного аналізу за схожими ознаками угруповано показники якості річкової води (розчинений кисень, кольоровість, амоній, ХСК, фосфат-іон, залізо та марганець). Загалом відокремлено два кластери з показників якості річкової води. Найближче у багатомірному просторі розташовані залізо, марганець, фосфор та азот, потім до них примикає кисень, зазначені показники утворюють перший кластер; до другого кластеру віднесено ХСК та кольоровість, що характеризують вміст органічних речовин (рис. 3.16).

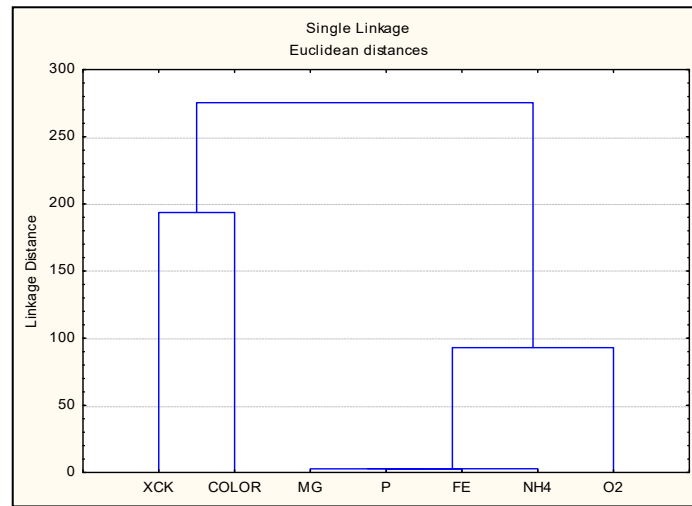


Рис. 3.16 – Дендрограма результатів кластеризації показників якості річкової води: O₂ – розчинений кисень, COLOR – кольоровість, NH₄ – амоній, Fe – залізо, Mn – марганець, P – фосфат-іон.

Відокремлено також два основних кластери з пунктів відбору проб: 7-12 (біля м. Кам'янське – м. Херсон) та 1-6 (біля м. Київ – біля м. Горішні Плавні). Виявлено суттєву різницю між водами з пунктів, що знаходяться у різних кластерах, за вмістом ХСК, кольоровості, амонію та кисню. У двох кластерах знаходяться чотири кластери з мінімальними відстанями (до 2-х одиниць відстані зв'язку), що можливо розташувати у такий ряд: 7-8 < 9-10 < 11-12 (перший кластер) < 2-4 (другий кластер). Якість річкової води у двох пунктах відбору проб однієї пари має схожі властивості (рис. 3.17) [454].

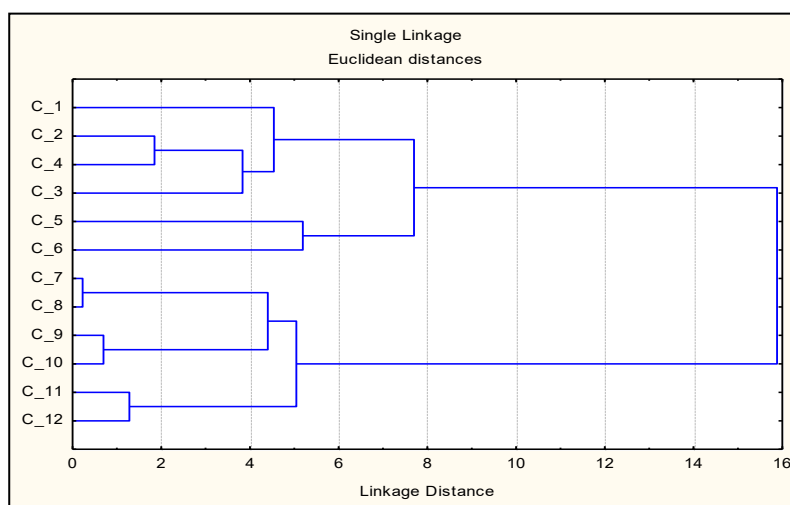


Рис. 3.17 – Дендрограма результатів кластеризації пунктів відбору проб (ПВП) за якістю води: C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₇, C₈, C₉, C₁₀, C₁₁, C₁₂.

3.2. Інтегральна оцінка якості води р. Дніпро в місцях питних водозаборів та після очищення на водопровідних станціях із використанням запропонованої методики

Комплексний моніторинг природних та питних вод слід проводити за допомогою багатьох методів, одним з них повинна стати інтегральна оцінка. Як зазначалося у розділі 2, цей метод стає популярним через доступність, уніфікованість процедури розрахунку, розробки математичного апарату та можливості швидкого вирішення завдань та насамперед застосовується з метою проведення тривалого моніторингу, порівняльної оцінки характеристик подібних об'єктів або їх змін у часі [200].

Для проведення інтегральної оцінки якості питної води найчастіше використовується інтегральний показник (ІП), визначений за формулою розрахунку суми концентрацій усіх забруднювачів (x_i), нормованих до їх «безпечного» (x_0) значенням (до гранично допустимої концентрації – ГДК):

$$ИП = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{x_0} \quad (3.5)$$

Настільки ж популярний сумарний показник хімічного забруднення (ПХЗ), що розраховується за аналогічною формулою, але тільки для десяти показників, які найбільшою мірою перевищують ГДК. У такий спосіб, але вже з усередненням і тільки для шести найбільших забруднювачів, розраховується гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ):

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{x_i}{x_0} \quad (3.6)$$

Якщо оцінка якості води здійснюється в динаміці, тобто супроводжується

деякою кількістю вимірів, то у ролі комплексного показника використовується комбінаторний індекс забруднення (КІЗ), за яким визначається клас забруднення води [200, 455]:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{x_0} \times \frac{k_i}{K_i} \quad (3.7)$$

де k_i – кількість замірів з перевищенням ГДК;

K_i - загальна кількість замірів i -го забруднювача.

Використання тієї чи іншої методики інтегральної оцінки якості вод залежить від мети проведення моніторингу вод. Наприклад, якщо концентрації речовин не перевищують ГДК, а мета проведення досліджень якості природних вод – постійне систематичне спостереження за її змінами згідно з Директивою 2000/60/ЄС у просторово-часовому розрізі, тоді доцільніше використовувати інші методики, що не пов'язані із використанням ГДК.

Нами проведено інтегральну оцінку якості вихідних та питних вод 7-ми блоків очищення водопровідних станцій, що використовують у ролі вихідної воду р. Дніпро, а саме: Кременчуцького (КП «Черкасиводоканал»), Дніпровського (КНФС, ЛНФС КП «Дніпроводоканал», блоки № 1 та 2 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя), Каховського магістрального каналу (КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради) водосховищ та Західного групового водоводу (КП «Бердянськводоканал») [455]. Всі показники якості питної води, що досліджувалися, були розбиті на групи згідно з вимогами законодавства (радіологічні, органолептичні, інтегральний показник (ІП), фізико-хімічні з органолептичною та загальносанітарною, а також санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості). У середині кожної групи була проведена експертна оцінка відносної значущості кожної ознаки методом попарного порівняння Т. Сааті. Для цього були залучені експерти відповідної кваліфікації. Основна мета методу полягає в попарному порівнянні між собою об'єктів [205]. Для порівняльного зіставлення

була використана 3-бальна шкала відносної важливості. Якщо ознаки вважалися рівнозначними, їх коефіцієнти порівняння дорівнювали «1», якщо ознака x_i оцінювалася експертами як значніша, ніж ознака x_j , коефіцієнту присвоювалося значення $k_{ij} = 2$. Якщо x_i оцінювався як значніший, ніж x_j , коефіцієнт вважався рівним $k_{ij} = 3$. Порівняльні ознаки, які виявлялися менш значущими, отримували зворотні значення коефіцієнтів (відповідно, $k_{ji} = 1/2 = 0,5$ або $k_{ji} = 1/3 = 0,33$). Значення коефіцієнтів заносилися в оціночну таблицю по рядках. Далі для кожної таблиці за допомогою програми MathCad_14 portable відповідно до методики Т. Сааті розраховувалися власні вектори, значення яких у першому наближенні відповідали «вагам» ознак всередині кожної групи. Якщо б кваліфікація експертів була різною, то їм також треба було б привласнювати деякі коефіцієнти значущості, а подальше усереднення коефіцієнтів ознак виконувалося б за формулою середньозваженого з урахуванням цих коефіцієнтів кваліфікації експертів. У нашому випадку кваліфікація експертів була рівнозначною, тому відповідний етап не виконувався. Крім зіставлення ознак всередині груп експертам пропонувалося також виконати порівняльне попарне зіставлення груп ознак між собою за такою ж методикою.

Подальша математична обробка полягала в коригуванні отриманих ваг. Викликано це було тим, що відповідно до матричних операцій, що використовувалися для підрахунку ваг, їх значення залежали від кількості ознак в групах. Чим ця кількість була більше, тим менше у середньому виходили власні числа, а отже і ваги ознак. У виконаному нами угрупованні ці кількості змінювалися від 2-х (для показників радіаційних та і органолептичних) до 11-ти (для показників фізико-хімічних з органолептичною або загальносанітарною ознакою шкідливості). Оскільки для конструювання інтегральної оцінки передбачалося використовувати характеристики якості води з різних груп щодо впливу на здоров'я згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», нами запропоновано врахувати цей момент за допомогою коригувального коефіцієнта (k_j). Для цього була спочатку сформована найпростіша

«базова» матриця з двох ознак, які вважалися рівнозначними. Значення елементів власного вектора були однакові та дорівнювали:

$$\lambda_2 = 1/\sqrt{2} = 0,707. \quad (3.8)$$

Сума цих елементів S_2 дорівнювала $S_2 = \sqrt{2}$. За допомогою матричних операцій було визначено, що для рівнозначних матриць з n ознак у власних векторах елементи, зрозуміло, були однакові і рівні λ_n :

$$\lambda_n = 1/\sqrt{n}. \quad (3.9)$$

Їх сума (S_n) дорівнювала: $S_n = \sqrt{n}$. Поправочний коефіцієнт k_j для ваг j -ої групи з n_j елементів визначався як відношення суми елементів власних векторів до суми елементів власних векторів «базової» матриці:

$$k_j = S_j / S_2 = \sqrt{n_j}/\sqrt{2} = \sqrt{(n_j/2)}. \quad (3.10)$$

Оскільки експерти проводили зіставлення значущості груп між собою, для кожної j -ої групи ознак розраховувався ваговий коефіцієнт e_j , за допомогою якого коректувалися ці поправочні коефіцієнти:

$$k^*_j = e_j k_j = e_j \sqrt{(n_j/2)}. \quad (3.11)$$

На завершальному етапі обробки експертні ваги кожного i -го ознаки в j -ої групи (e_{ij}) множилися на групові коефіцієнти відповідної j -ої групи:

$$w_i = e_{ij} k^*_j. \quad (3.12)$$

У результаті всіх цих розрахунків були отримані вагові коефіцієнти для всіх показників якості води, які можуть бути використані для кількісного порівняння (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Величини вагових коефіцієнтів (w_i) для досліджених показників якості питних вод для розрахунку інтегральних показників

Показник	Вагові коефіцієнти, w_i	Показник	Вагові коефіцієнти, w_i
α -активність	0,396	Нафтопродукти	0,179
β -активність	0,198	СПАР	0,162
Кольоровість	0,081	Алюміній	0,103
Каламутність	0,195	Аміак	0,112
Водневий показник	0,061	Нітрити	0,206
Залізо	0,086	Нітрати	0,261
Загальна жорсткість	0,112	Ртуть	0,380
Марганець	0,134	Свинець	0,341
Мідь	0,198	Фториди	0,228
Поліфосфати	0,139	Нікель	0,247
Сульфати	0,089	Хром загальний	0,272
Хлориди	0,136	Кремній	0,098
Сухий залишок	0,114	Хлороформ	0,228
Цинк	0,120		

Використання вагових коефіцієнтів підвищує достовірність отриманих числових значень. Як можна бачити у цій таблиці, для розрахунків інтегральних показників використовували 27 показників якості питної води, що регламентовані вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], серед які є: радіологічні, органолептичні, фізико-хімічні з органолептичною та загальносанітарною, а також санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості.

Також представляє інтерес ранжоване упорядкування цих показників. На

перших 11-ти місцях, що відповідають найбільшим ваговим коефіцієнтам, розташувалися показники, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості та радіонукліди, а далі – речовини, що мають органолептичну ознаку шкідливості та є «індикаторними» згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Ранжування показників якості питної води із значень вагових коефіцієнтів

Ранг	Показник	Ранг	Показник
1	α -активність	15	поліфосфати
2	ртуть	16	хлориди
3	свинець	17	марганець
4	хром загальний	18	цинк
5	нітрати	19	сухий залишок
6	нікель	20	загальна жорсткість
7	хлороформ	21	аміак
8	фториди	22	алюміній
9	нітрити	23	кремній
10	мідь	24	сульфати
11	β -активність	25	залізо
12	каламутність	26	кольоровість
13	нафтопродукти	27	водневий показник
14	СПАР		

Для інтегральної оцінки якості питних вод використані комплексні показники, що представляють собою об'єднання (за визначеними правилами) безлічі змінних в одну характеристику [205]. Попередньо для отримання безрозмірного еквівалента (d_i) використана процедура зіставлення із розмахом вибірки:

$$d_i = (x_i - x_i^-) / (x_i^+ - x_i^-), \quad (3.13)$$

де x_i^- та x_i^+ – мінімальні та максимальні значення показників якості питних вод.

Комплексні показники розраховували за формулою:

$$КП = \Sigma d_i w_i / \Sigma w_i, \quad (3.14)$$

де КП – комплексний показник;

Σ - знак суми;

w_i - вагові коефіцієнти;

d_i – безрозмірний еквівалент.

Отримані дані обробляли шляхом визначення середніх арифметичних значень, їх похибок та вірогідності різниці за критерієм Ст'юдента.

Виявлено, що величини комплексних показників, що були розраховані, змінюються у межах: до очищення – 0,09-0,35, після очищення – 0,11-0,39. Більше значення комплексного показника відповідає більшому забрудненню вод. Середній комплексний показник для всіх станцій у вихідній воді весною, влітку та восени достовірно ($p < 0,001$) більший, ніж взимку, а після очищення не змінюється за сезонами року (рис. 3.18, 3.19).

Зазначене відповідає розрахункам для однієї станції, наприклад, для блоку № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя, для якої інтегральні показники якості вихідних та питних вод більші за відповідні середні (рис. 3.20, 3.21).

Встановлено стабільність комплексних показників якості вихідних вод водопровідних станцій упродовж трьох років (рис. 3.22).

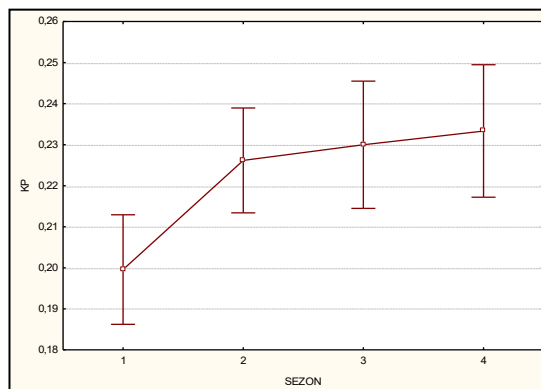


Рис. 3.18 – Динаміка комплексного показника (КП) якості води р. Дніпро в місцях питних водозаборів 7-ми водопровідних станцій за сезонами року: 1 – зима; 2 – весна; 3 – літо; 4 – осінь.

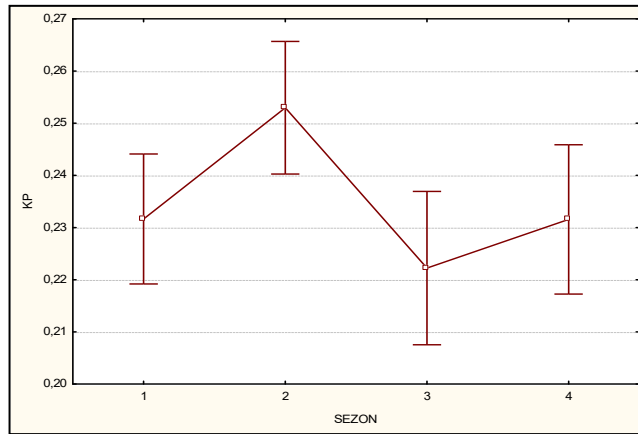


Рис. 3.19 – Динаміка комплексного показника (КР) якості питної води 7-ми водопровідних станцій за сезонами року: 1 – зима; 2 – весна; 3 – літо; 4 – осінь.

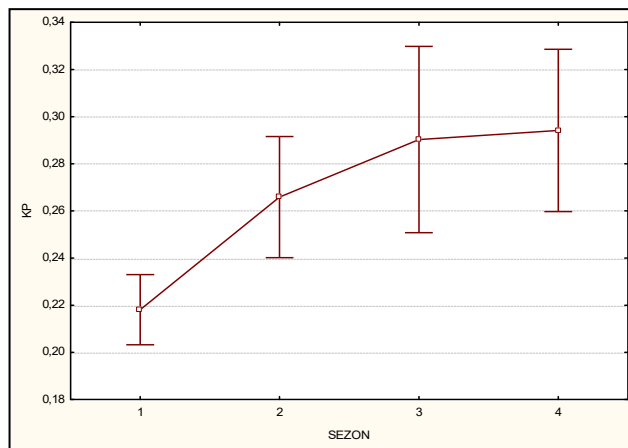


Рис. 3.20 – Динаміка комплексного показника (КР) якості води р. Дніпро в місці питного водозабору блоку № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя за сезонами року: 1 – зима; 2 – весна; 3 – літо; 4 – осінь.

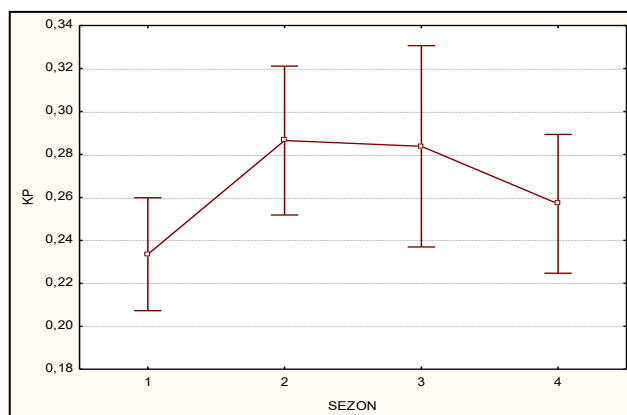


Рис. 3.21 – Динаміка комплексного показника (КР) якості питної води блоку № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя за сезонами року: 1 – зима; 2 – весна; 3 – літо; 4 – осінь.

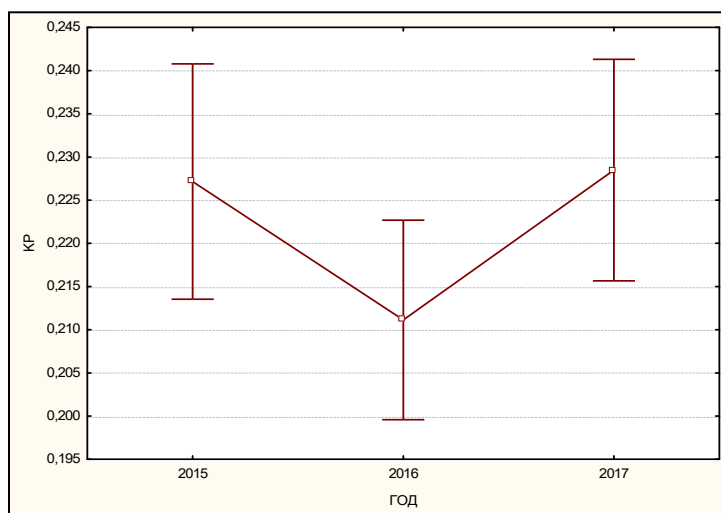


Рис. 3.22 – Модель часової тенденції зміни якості води р. Дніпро в місцях питних водозаборів водопровідних станцій із використанням комплексного показника (КР).

Виявлено збільшення комплексного показника якості питних вод у 2017 р. порівняно з 2016 р., що може бути обумовлене як природними, так і антропогенними чинниками (рис. 3.23).

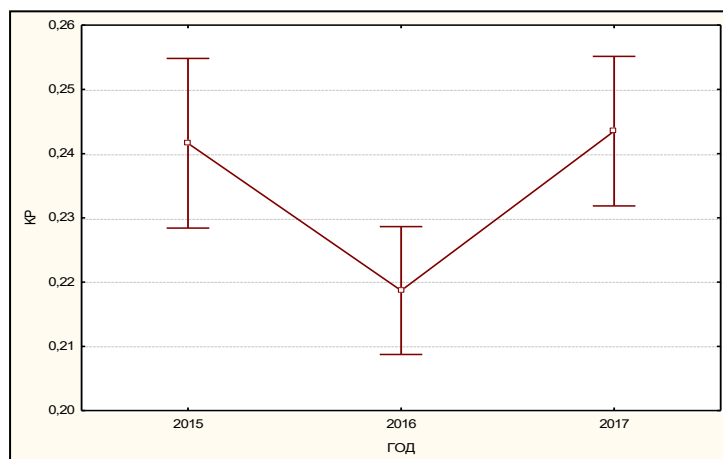


Рис. 3.23 – Модель часової тенденції зміни якості питної води водопровідних станцій із використанням комплексного показника (КР).

Виявлено подібні зміни комплексного показника по роках для води блоку № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя, зокрема, показник у 2016 р. був менший, ніж у 2015 р. та 2017 р. (рис. 3.24).

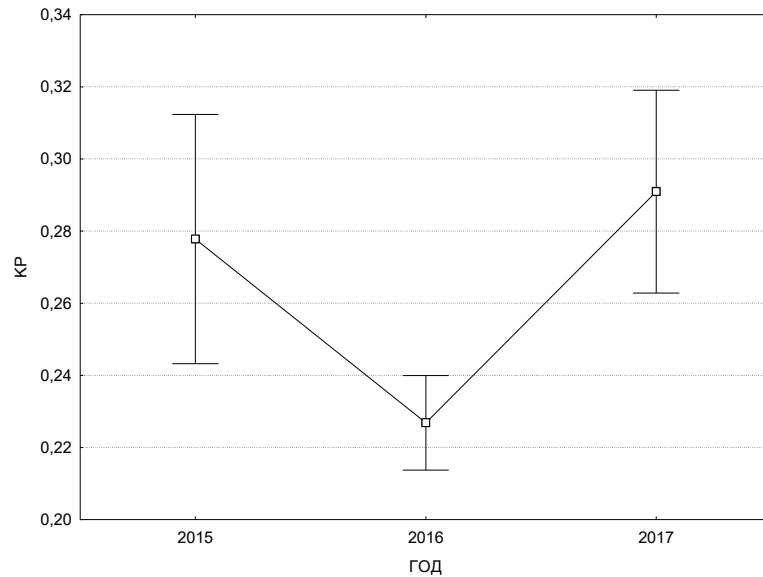


Рис. 3.24 – Модель часової тенденції зміни якості питної води блоку № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя з використанням комплексного показника (КР).

Порівняльна оцінка середніх комплексних показників для всіх водопровідних станцій показала, що до очищення достовірна різниця виявилася між показниками для КНФС та ЛНФС КП «Дніпроводоканал» (у 1,4 раза, $p < 0,001$), ЛНФС КП «Дніпроводоканал» та блоку № 1 ДВС-1 м. Запоріжжя (у 1,3 раза, $p < 0,001$) та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради та КП «Бердянськводоканал» ($p < 0,001$) (рис. 3.25).

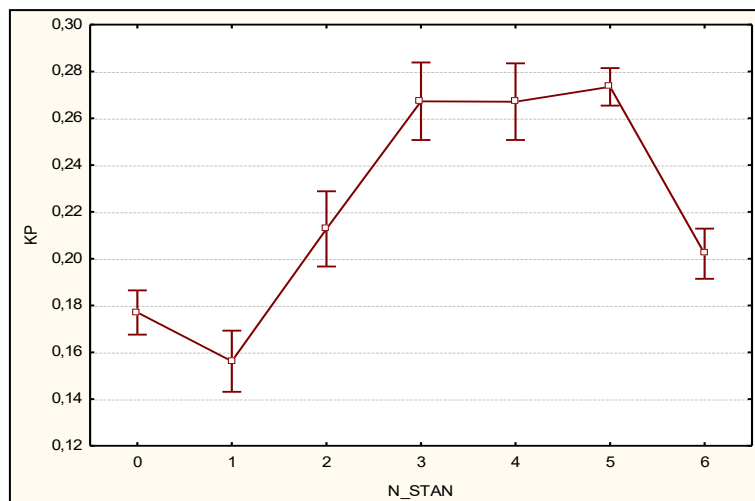


Рис. 3.25 – Модель просторової тенденції зміни якості води р. Дніпро в місцях питних водозаборів водопровідних станцій із використанням комплексного показника (КР): 0 – КП «Черкасиводоканал»; 1, 2 – КНФС, ЛНФС

КП Дніпроводоканал»; 3, 4 – блоків № 1 та 2 ДВС-1 м. Запоріжжя; 5 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради; 6 – КП «Бердянськводоканал».

Зниження комплексного показника для вихідної води КП «Бердянськводоканал» (у 1,4 раза) можливо пояснити тим, що зазначена вода є дніпровською після очищення на спорудах КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради. Як можна бачити на рисунку 3.27, мінімальні значення комплексних показників характерні для двох станцій – КП «Черкасиводоканал» та КНФС КП «Дніпроводоканал», їх значення були майже у 1,5 раза менші, ніж для вод ДВС-1 м. Запоріжжя та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради, що розташовані нижче за течією Дніпра та піддаються більшому антропогенному забрудненню.

Для очищеної питної води достовірна різниця виявилася між комплексними показниками для станцій КП «Черкасиводоканал» та КНФС КП «Дніпроводоканал» у 1,2 раза ($p < 0,001$) та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради та КП «Бердянськводоканал» у 1,2 раза ($p < 0,001$) (рис. 3.26).

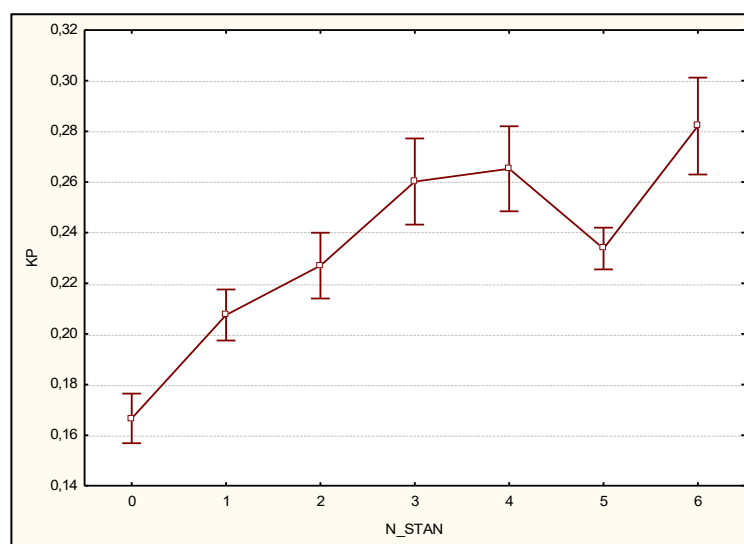


Рис. 3.26 – Модель просторової тенденції зміни якості питної води водопровідних станцій із використанням комплексного показника (КР): 0 – КП «Черкасиводоканал»; 1, 2 – КНФС, ЛНФС КП «Дніпроводоканал»; 3, 4 – блоків № 1 та 2 ДВС-1 м. Запоріжжя; 5 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради; 6 – КП «Бердянськводоканал»; КР – комплексний показник.

Максимальні значення інтегральних показників виявлено у питних водах ДВС-1 м. Запоріжжя та КП «Бердянськводоканал». Якщо порівнювати між собою комплексні показники для вод всіх станцій, то мінімальні їх значення були для вод КП «Черкасиводоканал» ($0,177 \pm 0,005$ та $0,167 \pm 0,005$ – вихідних та питних відповідно) і КНФС КП «Дніпроводоканал» ($0,156 \pm 0,006$ – вихідних). Максимальні значення комплексних показників було виявлено для вод вихідних – ДВС-1 м. Запоріжжя, блок № 1 та 2 ($0,267 \pm 0,008$ для кожної) та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради ($0,273 \pm 0,004$), питних – ДВС-1 м. Запоріжжя ($0,260 \pm 0,008$ та $0,265 \pm 0,008$ відповідно) та КП «Бердянськводоканал» ($0,282 \pm 0,009$) [205]. Зазначене можна пояснити більшим забрудненням річкової води нижче за течією Дніпра та застосуванням на водопровідних станціях технологічних підходів, що призводять до погіршення якості води за деякими показниками.

Отже, показано наявність високого вмісту фосфатів, амонію, заліза, марганцю та органічних речовин у воді р. Дніпро у просторово-часовому розрізі, що свідчить про вплив природних та антропогенних чинників і призводить до потенційних проблем із забрудненням водопровідних питних вод, виготовлених з дніпровської води, згідно з вимогами чинного нормативного документа. Запропоновано та науково обґрунтовано підходи до удосконалення системи комплексного моніторингу поверхневих та питних вод, що дозволять оптимізувати цей процес.

Висновки до розділу 3

1. Проведені дослідження підтвердили, що основне джерело питного водопостачання України характеризується підвищеним вмістом органічних речовин. Згідно з вимогами європейського законодавства зазначене є підставою для розгляду питання з корегування нормативу ПО у водопровідній питній воді, що виготовляється з поверхневої води р. Дніпро за традиційною технологією водоочищення.

2. Порівняльна оцінка середньорічного вмісту показників якості річкової води, що характеризують вміст органічних та біогенних речовин, дозволила зробити

висновок щодо їх нестабільності. У воді практично із всіх пунктів відбору проб р. Дніпро упродовж 1994-1998 рр. та 2015-2017 рр. спостерігався вміст одного або декількох речовин у понаднормативних концентраціях. Найбільший негативний техногенний вплив на поверхневі води мають регіони з великими промисловими об'єктами, що її забруднюють хімічними речовинами. Одним із пріоритетних завдань сьогодення повинно бути зниження вмісту фосфору та азоту у поверхневих водах з метою обмеження розвитку фітопланктону та поліпшення якості води джерел питного водопостачання щодо вмісту органічних речовин.

3. Попередньо проведений кореляційний аналіз між температурою та показниками якості річкової води показав достовірний її зв'язок з ХСК ($p < 0,001$) та киснем ($p < 0,05$) у всіх пунктах відбору проб. Побудовані математичні моделі, що описують позитивну ХСК ($p < 0,001$) та негативну залежність кисню ($p < 0,001$) від температури, а також динаміку змін концентрацій ХСК від сезону року, підтверджено максимальний пік у теплий період року ($p < 0,001$) (першу декаду серпня).

4. За результатами розрахунку індексів інтегральної оцінки якості річкової води за речовинами, які впливають на ризик «цвітіння» води, встановлено, що найпроблемнішу якість мала вода із пункту відбору проб 6 Кам'янського водосховища (біля м. Горішні Плавні Полтавської області). Виявлено суттєве збільшення індексу (погіршення якості води) у Кременчуцькому та Кам'янському водосховищах (у пункті 5 – у 1,5 раза, у пункті 6 – ще у 1,2 раза) та його зниження (поліпшення якості води) у Нижньому Дніпрі (у пункті 12 – у 1,8 раза). З використанням методу кластерного аналізу за схожими ознаками у багатомірному просторі угруповано показники якості води р. Дніпро у два кластери: перший – залізо, марганець, фосфат-іон, амоній (потім до них примикає розчинений кисень), другий – ХСК та кольоровість. У двох великих кластерах із пунктів відбору проб виявлено декілька кластерів з мінімальними відстанями, найближче у багатомірному просторі розташовано кластер – 7-8.

5. Для проведення оцінки еколого-гігієнічного стану води річки Дніпро у місцях питних водозаборів та питної запропоновано використовувати розрахований

комплексний показник, що враховує пріоритетність різних показників та груп показників між собою у аспекті впливу на здоров'я. Описано динаміку відповідних комплексних показників за 2015-2017 рр. Мінімальні значення комплексних показників якості вихідних вод виявлено для станцій – КП «Черкасиводоканал» ($0,177 \pm 0,005$) та КНФС КП «Дніпроводоканал» ($0,156 \pm 0,006$), максимальні – ДВС-1 м. Запоріжжя, блоки № 1, 2 ($0,267 \pm 0,008$ для кожної) та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради ($0,273 \pm 0,004$), що знаходяться нижче за течією Дніпра.

6. На сьогодні є актуальним впровадження системної процедури для проведення комплексного моніторингу якості природних та питних вод з використанням методів математичного аналізу, що дозволить оптимізувати цей процес.

Матеріали розділу були висвітлені в таких публікаціях:

1. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Результати моніторингу якості дніпровської води щодо органічних та біогенних речовин // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 2 (52). С. 42-54 [450].

2. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Еколого-гігієнічна оцінка якості дніпровської води з використанням методів інтегрального оцінювання та кластерного аналізу // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 11. № 3-4. С. 32-40 [454].

3. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Інтегральна оцінка якості вод річки Дніпро з визначенням радіаційної активності у місцях питних водозаборів та питних водопровідних станцій // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології : зб. наук. пр. К., 2018. Вип. 23. С. 82-95 [455].

РОЗДІЛ 4

НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ І НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ВОДОПРОВІДНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ З ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОДЖЕРЕЛ

4.1. Традиційні технологічні рішення

З метою визначення адекватності технологічних підходів, що на сьогодні використовуються для питного водопостачання населення, у цьому розділі їх систематизовано та оцінено з гігієнічної точки зору, зокрема, виявлено особливості застосованих технологій постачання та очищення води, їх доцільність та проблемні показники якості водопровідних питних вод.

Основним джерелом для отримання води питної якості є дніпровська вода [161]. Технології очищення питних вод на досліджуваних 11-ти блоках очисних споруд 5-ти водопровідних станцій, що використовують дніпровську воду в ролі вихідної, передбачають використання таких водопровідних споруд: мікрофільтрів, змішувачів, камер реакцій, горизонтальних відстійників, контактних освітлювачів, швидких фільтрів, РЧВ (табл. 4.1).

На досліджуваних станціях використовували такі традиційні реагенти для обробки питної води: рідкий хлор, гіпохлорит натрію, сульфат алюмінію, гідроксихлорид алюмінію, флокулянти з групи поліакриламідів (табл. 4.2).

Як можна бачити із таблиць 4.1, 4.2, традиційні технології базуються на застосуванні методів реагентної обробки вихідної води, її освітлення і знезараження. Найчастіше на водопровідних станціях використовують: споруди – камери утворення при коагуляції пластівців зі зваженим осадом, горизонтальні відстійники та швидкі фільтри механо-сорбційного очищення. Здебільшого застосовують у ролі завантаження фільтрів цеоліт з активованим вугіллям або кварцовий пісок з антрацит-фільтрантом та такі реагенти: сульфат або гідроксихлорид алюмінію, рідкий хлор. Для обробки річкової води використовують первинне хлорування та лише на деяких станціях – цей метод із преамонізацією, не завжди використовують флокулянти, рідко – гіпохлорит натрію.

Водопровідні споруди на різних блоках очищення водопровідних станцій

Водопровідні споруди	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мікрофільтри (з комірками ~ 2 мм)	+	+									+
Змішувач		+	+			+					+
Контактна камера	+			+							
Камери утворення пластівців зі зваженим осадом		+	+	+		+			+		
Контактні освітлювачі	+										+
Горизонтальні відстійники		+	+	+		+			+		
Резервуари освітленої води									+		
Швидкі фільтри із засипкою:											
кварцовим піском		+								+	
цеолітом								+			
антрацит-фільтрантом								+			
кварцитом та антрацит-фільтрантом					+						
кварцовим піском та антрацит-фільтрантом								+	+		
активованим вугіллям та кварцовим піском			+								
активованим вугіллям та цеолітом				+		+	+				
РЧВ	+	+	+			+			+		+

Примітки:

1 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради;

2 – КП «Бердянськводоканал»;

3, 4 – ЛНФС КП «Дніпроводоканал»;

5, 6, 7 – КНФС КП «Дніпроводоканал»;

8, 9, 10 – № 1 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя;

11 – № 2 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя.

Реагенти, що використовуються на водопровідних станціях

Реагент	Призначення	1	2	3	4	5	6
Сульфат амонію	преамонізація					+	+
Рідкий хлор	первинне хлорування	+		+	+	+	+
Гіпохлорит натрію			*				
Сульфат алюмінію	коагуляція	+	+	+		+	+
Гідроксихлорид алюмінію “Pro-AQUA”				+	+	+	+
Гідроксихлорид алюмінію “ПОЛВАК”				+	+		
Флокулянт на основі поліакриламід	флокуляція			+	+		
Гіпохлорит натрію	вторинне хлорування		+				
Рідкий хлор		+		+	+	+	+

Примітки:

- 1 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради;
- 2 – КП «Бердянськводоканал»;
- 3 та 4 – ЛНФС та КНФС КП «Дніпроводоканал»;
- 5 та 6 – № 1 та № 2 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя;
- * реагент використовується за необхідності.

Оцінка ефективності та достатності технологій водоочищення проводиться на підставі результатів лабораторних досліджень якості вихідної та питної води. За даними 5-ти водоканалів кількість санітарно-хімічних показників, що постійно контролюється у питній воді, коливається від 17 до 50 (мінімальна кількість згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] – 42), та переважна їх більшість, на жаль, характеризує мінеральний склад.

За результатами проведених досліджень у водопровідних питних водах періодично або епізодично виявлялися перевищення 9-ти «індикаторних» згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] санітарно-хімічних показників (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Виявлені проблемні «індикаторні» санітарно-хімічні показники якості водопровідної питної води, виготовленої з води р. Дніпро

Показник	Одиниця виміру	Максимальний вміст у питній воді	Норматив	
			ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС
Смак та присмак	бали	3	≤ 2	**
Каламутність	НОК	3,5	$\leq 1,0$ (3,5)*	***
Забарвленість	град.	31	≤ 20 (35)*	**
Водневий показник	Одиниці рН	8,6	6,5-8,5	6,5-9,5
Амоній	мг/л	0,98	$\leq 0,50$ (2,60)*	$\leq 0,5$
Залізо	мг/л	0,25	$\leq 0,20$ (1,00)*	$\leq 0,2$
Марганець	мг/л	0,25	$\leq 0,05$ (0,50)*	$\leq 0,05$
Алюміній	мг/л	0,5	$\leq 0,2$ (0,5)*	$\leq 0,2$
ПО	мг/л	9,9	$\leq 5,0$	$\leq 5,0$

Примітки:

* норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 01.01.2020 р. в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу;

** прийнятні для споживачів та без аномальних змін;

*** прийнятна для споживачів та без аномальних змін, у разі обробки поверхневої води, слід прагнути знижувати вміст каламутності у питній воді після обробки до $\leq 1,0$ НОК.

Серед зазначених показників тільки 4 (смак, каламутність, рН, ПО) вивлялися у концентраціях, що перевищували максимальні значення нормативів згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], що чинні до 01.01.2020 р. (див. табл. 4.3). Серед вказаних 4-х три показники (смак, каламутність, водневий показник) виявлялися лише епізодично (в окремих пробах та у різні роки).

Результати проведених досліджень свідчать, що відповідно до вимог Директиви 98/83/ЄС [36] серед «індикаторних» показників проблемним показником є ПО. Зазначене ствердження базується на тому, що у питних водах деяких станцій за цим показником виявляються суттєво більші проти інших показників максимальні перевищення нормативу (5 мг/л) – у 2 рази та кількість нестандартних проб – 100 % (табл. 4.4).

Як можна бачити у табл. 4.4, у питній воді КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» навіть мінімальний та середній рівні ПО перевищували норматив (5,0 мг/л). Кількість нестандартних проб питної води за вмістом ПО у питних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» – 100 %, КП «Бердянськводоканал» – 19,4 %. У 2017 р. вміст ПО не перевищував гігієнічний норматив у питній воді після споруд КП «Бердянськводоканал», якість цієї питної води за вмістом ПО у 2017 р. ставала кращою за якість у 2015 р. та 2016 р., у питній воді інших водозаборів спостерігалася картина навпаки. Якість питних вод КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» щодо вмісту ПО упродовж 2015-2017 рр. збігалася (табл. 4.5).

Як можна бачити у табл. 4.5, якість питної води після споруд КП «Бердянськводоканал» загалом краща за якість інших питних вод майже у 2 рази через те, що технологія її очищення передбачає два етапи – на очисних спорудах КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради перед транспортуванням по Західному груповому водоводу та КП «Бердянськводоканал» перед надходженням до споживачів (рис. 4.1), а також через кращу якість вихідної води (табл. 4.6).

Як можна бачити з табл. 4.6, дніпровська вода інтенсивно забруднена органічними речовинами, середня концентрація яких за ХСК у 1,3-1,4 разів перевищує допустимий їх вміст у воді (15 мг/л) в разі використання традиційної

Вміст ПО у водопровідній питній воді по роках

Рік	Вміст у питних водах, мг/л ($M \pm m$, $n=12$)		
	min	max	med
КНФС КП «Дніпроводоканал»			
2017	8,60	9,90	9,15±0,15
2016	6,10	8,70	7,37±0,21
2015	6,40	9,80	7,68±0,3
ЛНФС КП «Дніпроводоканал»			
2017	7,84	9,57	8,57±0,17
2016	6,78	8,65	7,64±0,21
2015	6,04	8,98	7,71±0,3
КП «Водоканал» ДВС-1 м. Запоріжжя, блок очисних споруд № 1			
2017	7,20	9,90	8,69±0,23
2016	5,10	9,80	7,04±0,35
2015	6,00	9,20	7,61±0,29
КП «Водоканал» ДВС-1 м. Запоріжжя, блок очисних споруд № 2			
2017	7,60	9,60	8,73±0,19
2016	5,30	9,70	7,1±0,4
2015	6,00	8,90	7,6±0,3
КП «Бердянськводоканал»			
2017	3,52	4,96	4,58±0,13
2016	4,00	6,16	5,16±0,20
2015	5,40	6,16	5,73±0,07

технології водоочищення на водопровідних станціях, максимальний рівень ХСК сягає більше як 30 мг/л. ПО у вихідній воді КП «Дніпроводоканал» більше у 1,2 раза, ніж у воді КП «Водоканал» м. Запоріжжя та у 1,6 раза, ніж у

**Середній вміст ПО та рівень забарвленості у водопровідній питній воді
($M \pm m$, $n=36$)**

Водопровідна станція	ПО, мг/л	Забарвленість, град.
КНФС КП «Дніпроводоканал»	8,06±0,18	18,78±0,53
ЛНФС КП «Дніпроводоканал»	7,97±0,15	16,97±0,52
ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя, блок очисних споруд № 2	7,84±0,20	18,64±1,10
ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя, блок очисних споруд №1	7,78±0,20	18,78±1,10
КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради	5,96±0,18	10,76±0,18
КП «Бердянськводоканал»	4,45±0,06	11,48±0,56

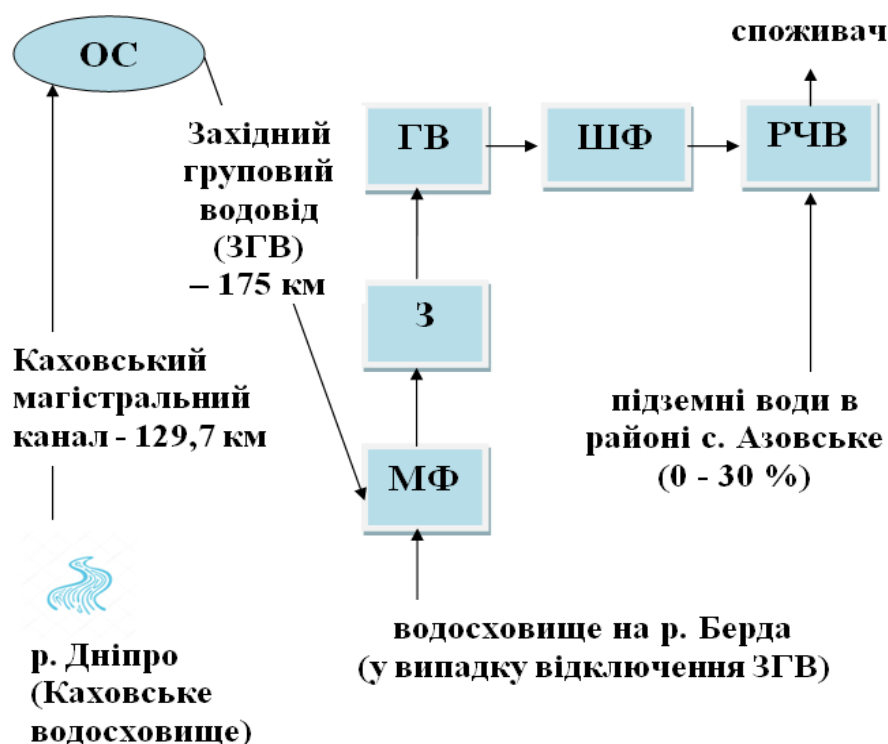


Рис. 4.1 – Схема водопостачання КП «Бердянськводоканал»: ОС – очисні споруди КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради, МФ – мікрофільтр, З – змішувач; ГВ – горизонтальний відстійник, ШФ – швидкий фільтр.

**Вміст ПО, ХСК та рівень забарвленості у вихідній воді водопровідних станцій
($M \pm m$, $n=36$)**

Водо- провідна станція	ПО, мг/л			ХСК, мг/л			Забарвленість, град.		
	min	max	med	min	max	med	min	max	med
1	8,20	13,40	10,86 $\pm 0,25$	16,16	28,91	20,35 $\pm 0,51$	32,00	70,00	45,92 $\pm 1,79$
2	8,65	13,92	11,09 $\pm 0,27$	12,88	28,79	20,13 $\pm 0,75$	28,00	61,00	42,92 $\pm 1,48$
3	5,90	11,60	8,97 $\pm 0,22$	15,60	33,00	21,39 $\pm 0,73$	20,00	44,00	29,53 $\pm 1,17$
4	4,80	9,00	6,79 $\pm 0,19$	–	–	–	15,60	27,20	20,49 $\pm 0,42$
5	4,40	6,80	5,75 $\pm 0,11$	–	–	–	9,36	39,01	15,75 $\pm 0,89$

Примітки:

- 1 та 2 – КНФС та ЛНФС КП «Дніпроводоканал»;
- 3 – ДВС-1 м. Запоріжжя КП «Водоканал»;
- 4 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради;
- 5 – КП «Бердянськводоканал».

КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради, що може бути пов'язано із специфікою ґрунтів на різних частинах річки, різним антропогенним навантаженням на них, а також із поліпшенням якості річкової води за ПО та забарвленістю після транспортування Каховським магістральним каналом. Якість річкової води за вмістом ПО у більшості відібраних проб відповідала 2 та 3 класам якості за ДСТУ 4808:2007 [91]. Зокрема, якість 67 % проб КП «Дніпроводоканал» відповідала 3-му класу та 75% проб КП «Водоканал» та 100 % проб КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради – 2-му класу. За вмістом ХСК якість

річкової води відповідала 2-му класу та була подібна на станціях КП «Водоканал» та КП «Дніпроводоканал». Забарвленість у вихідній воді на станції КП «Дніпроводоканал» була гіршою за цей показник у вихідній воді КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради майже у 2 рази, КП «Бердянськводоканал» – 3 рази, КП «Водоканал» – 1,6 рази. На станції КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради якість 58 % проб води відповідала 2 класу, інші – 1; на інших станціях – 2 класу якості за ДСТУ 4808:2007 [91]. Отже, вихідна вода КП «Дніпроводоканал» мала найгіршу якість щодо вмісту органічних речовин порівняно з досліджуваними водами інших водозаборів. Різні значення коефіцієнтів забарвленості (забарвленість÷ПО) можуть свідчити також про різницю у якісному складі органічних речовин у вихідних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» [154].

Як можна бачити з табл. 4.5 та 4.6, у середньому ефективність очищення питної води від ПО та забарвленості на спорудах КП «Дніпроводоканал» КНФС – 25,8 % та 59 % відповідно, КП «Дніпроводоканал» ЛНФС – 28,1 % та 60 % відповідно, КП «Водоканал» (блок очисних споруд № 2) – 12,6 % та 37 % відповідно, КП «Водоканал» (блок очисних споруд № 1) – 13,7 % та 34 % відповідно, а після послідовного очищення на спорудах КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради та КП «Бердянськводоканал» – 34 % та 44 % відповідно. Технологія очищення питної води, що застосовувалася на КП «Дніпроводоканал», ефективніша щодо поліпшення ПО за технологію на КП «Водоканал» майже у 2 рази, але чинниками зазначеного можуть бути: різниця у складі органічних речовин у вихідних водах, відсутність преамонізації, використання коагулянту ТМ «ПОЛВАК», флокулянту «EXTRAFLOCK», швидких фільтрів із засипкою активованим вугіллям та цеолітом тощо.

Як можна бачити на рисунку 4.1, КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради використовує в ролі вихідної дніпровської воду Каховського каналу довжиною 129,7 км, а КП «Бердянськводоканал» – питну воду КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради, що пройшла транспортування Західним великим водоводом довжиною 175 км. Проаналізовано зміни якості води після транспортування Західним

груповим водоводом. Проведені дослідження упродовж 2015-2017 рр. встановили погіршення її якості за двома показниками: забарвленість (у 1,5 раза) та загальне залізо (у 1,5 раза) (табл. 4.7) [456].

Таблиця 4.7

**Якість вихідної та питної води за проблемними показниками
на водопровідних станціях, що очищують воду до (1) та після (2)
постачання Західним груповим водоводом**

Пункти відбору проб		Вміст у питній воді ($M \pm m$, $n=36$)					
		забарвленість, град.			загальне залізо, мг/л		
		min	max	med	min	max	med
Дніпровська вода з Каховського магістрального каналу							
1	вихідна	15,60	27,20	$20,49 \pm 0,42$	0,10	0,24	$0,17 \pm 0,01$
	питна	9,40	13,60	$10,76 \pm 0,18$	<0,10	0,20	$0,15 \pm 0,01$
Питна вода після транспортування Західним груповим водоводом (175 км)							
2	вихідна	9,36	39,01	$15,75 \pm 0,89$	0,03	0,98	$0,23 \pm 0,03$
	питна	6,43	21,64	$11,48 \pm 0,56$	0,06	0,25	$0,14 \pm 0,01$

Примітки:

- 1 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради;
- 2 – КП «Бердянськводоканал».

Можна припустити такі чинники погіршення якості питної води протягом транспортування водоводом: невідповідний санітарний стан внутрішніх поверхонь трубопроводу, температуру навколишнього середовища, гідравлічні режими роботи водоводу тощо. Ефективність очищення питної води на спорудах КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради дозволяє довести якість питної води за цими показниками до мінімальних рівнів гігієнічних нормативів (< 20 град. та < 0,2 мг/л відповідно), а КП «Бердянськводоканал» – до тимчасових максимальних рівнів гігієнічних нормативів (< 35 град. та < 1,0 мг/л відповідно) згідно з ДСанПіН 2.2.4–171 [38]. Зазначене дозволяється згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС (залізо та

забарвленість – «індикаторні» показники) [38]. Отже, доведено доцільність використання великих водоводів для питного водопостачання населення. До недоліків постачання питної води таким способом можливо віднести періодичні відключення великого водоводу, під час чого дозволяється постачати питну воду з місцевих вододжерел некондиційної якості, зокрема, за вмістом мінеральних, органічних речовин та іонів важких металів.

За результатами проведених досліджень якості дніпровських питних вод 6-ти водопровідних станцій виявлено сім проблемних показників (крім «індикаторних»), вміст яких не відповідає гігієнічним вимогам (табл. 4.8).

Як можна бачити з табл. 4.8, серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, чотири (хлороформ, дибромхлорметан, нікель та селен) мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457] та відносяться до переліку показників, перевищення нормативів для яких згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] не дозволяється. Чинником наявності у питній воді тригалогенметанів (хлороформу та дибромхлорметану) є вміст органічних речовин у вихідних водах та наявність первинного хлорування «чистим» хлором, нікелю, селену, фенолів та нафтопродуктів – антропогенне забруднення річкової води [431]. Виявлено, що нікель та селен постійно виявляються у вихідній та питній воді КП «Бердянськводоканал», однак періодично у понаднормативних концентраціях. Упродовж 3-х років серед 36 проб не відповідали гігієнічним вимогам за вмістом нікелю 10 проб (максимальний вміст перевищував гігієнічний норматив у 10 разів). Протягом 2017 року (раніше цей показник не визначали) серед 12 проб не відповідали гігієнічним вимогам 2 проби за вмістом селену (максимальний вміст перевищував гігієнічний норматив у 5 разів) [458].

У воді КП «Водоканал» м. Запоріжжя також виявляються у концентраціях, що не перевищують відповідні гігієнічні нормативи, періодично – нікель та селен, епізодично – нафтопродукти та у понаднормативних концентраціях – феноли. У вихідній та питній воді КНФС КП «Дніпроводоканал» у 2015 р. також майже постійно виявлялися нафтопродукти у концентраціях, що лише епізодично перевищували гігієнічний норматив [459].

**Проблемні показники у водопровідній питній воді
(крім «індикаторних»)**

Показник, одиниця виміру	Вміст (M±m, n=36)			Нормативи	
	min	max	med	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС
КНФС КП «Дніпроводоканал»					
Нафтопродукти, мг/л	<0,005	0,200	0,010±0,006	≤ 0,100	–
Хлороформ, мкг/л	109,00	270,00	170,41±5,42	≤ 60,00	***
ЛНФС КП «Дніпроводоканал»					
Хлороформ, мкг/л	127,00	282,00	185,28±6,78	≤ 60,00	***
Дибромхлорметан, мкг/л	н/в	31,00	2,61±1,51	≤ 10,00	***
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 1					
Феноли леткі, мг/л	<0,001	0,0012	0,001±0,0002	≤ 0,001	–
Хлор зв'язаний, мг/л	1,00	1,97	1,26±0,06	0,80-1,20	–
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 2					
Феноли леткі, мг/л	<0,001	0,0015	0,002±0,0003	≤ 0,001	–
Хлор зв'язаний, мг/л	0,99	1,98	1,27±0,06	0,80-1,20	–
КП «Бердянськводоканал»					
Нікель, мг/л	0,01	0,20	0,02±0,01	≤ 0,02 (0,10)*	≤ 0,02
Селен**, мг/л	0,003	0,050	0,010±0,004	≤ 0,010	≤ 0,010

Примітки:

*норматив був чинний в Україні до 2010 р.;

**дані лише за 2017 р.;

*** замість хлороформу та дибромхлорметану визначають суму тригалогенметанів (норматив – 100 мкг/л).

За даними ПрАТ АК «Київводоканал» (2001-2015 рр.) на Дніпровській та Деснянській водопровідних станціях міста Києва застосовуються традиційні

технології очищення води р. Дніпро з використанням преамонізації, коагуляції, флокуляції (на Дніпровській станції додатково застосовується озонування перед вторинним хлоруванням рідким хлором), що не дозволяють стабільно доводити якість питної води до гігієнічних вимог за такими «індикаторними» показниками: каламутність, забарвленість, ПО, амоній, марганець (очищена дніпровська вода); каламутність, забарвленість, ПО, алюміній, залізо, марганець, (очищена деснянська вода) (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

**Проблемні «індикаторні» показники якості водопровідної питної води
м. Києва (2000-2016 рр.)**

Показник, одиниця виміру	Вміст у воді				Норматив	
	вихідній		питній		ДСанПіН 2.2.4-171-10	Дирек- тива 98/83/ЄС
	min	max	min	max		
р. Дніпро						
Каламутність, мг/л	0,50	7,30	0,25	0,80	$\leq 0,58$ (2,00)*	***
Забарвленість, град.	23	130	9	25	≤ 20 (35)*	**
ПО, мг/л	5,9	19,5	3,4	9,0	$\leq 5,0$	$\leq 5,0$
Амоній, мг/л	0,17	1,40	0,10	0,75	$\leq 0,50$ (2,60)*	$\leq 0,50$
Марганець, мг/л	0,016	0,880	0,020	0,880	$\leq 0,050$ (0,500)*	$\leq 0,050$
р. Десна						
Каламутність, мг/л	1,40	88,00	0,20	1,90	$\leq 0,58$ (2,0)*	***
Забарвленість, град.	16	66	25	28	≤ 20 (35)*	**
ПО, мг/л	4,2	13,6	2,3	9,6	$\leq 5,0$	$\leq 5,0$
Алюміній, мг/л	н/в	0,08	0,02	0,52	$\leq 0,50$	$\leq 0,50$
Залізо, мг/л	0,04	1,40	<0,01	0,28	$\leq 0,20$ (1,00)*	$\leq 0,20$
Марганець, мг/л	0,02	0,25	0,01	0,62	$\leq 0,05$ (0,50)*	$\leq 0,05$

Примітки:

* норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство

питного водопостачання до 01.01.2020 р.;

** прийнятна для споживачів та без аномальних змін;

*** прийнятна для споживачів та без аномальних змін, у разі обробки поверхневої води, слід прагнути знижувати вміст каламутності у питній воді після обробки до $\leq 1,0$ НОК;

**** замість хлороформу визначається сума тригалогенметанів (норматив – 100 мкг/л).

Крім цього, у питній воді, виготовленій з дніпровської, у 2007 р. було виявлено понаднормативний вміст хлороформу (максимальний вміст – 173 мкг/л, норматив – 60 мкг/л). На нашу думку, таке відбулося через відмову у холодний період року від хлорування з преамонізацією та відсутності оперативного її застосування у випадках необхідності. У питній воді, виготовленій з дніпровської, у 2010 р. було виявлено понаднормативний вміст кадмію (максимальний вміст – 0,0085 мг/л, норматив – 0,0010 мг/л), а з деснянської у 2002 р. – СПАР (максимальний вміст – 0,92 мг/л, норматив – 0,50 мг/л).

Згідно з вимогами європейського законодавства [36] у разі неможливості відповідного захисту джерела питного водопостачання слід використовувати такі технології на станції водоочищення, що дозволяють довести якість питної води до гігієнічних вимог. Проведено моніторингові дослідження вод водопровідної станції ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» протягом року (червень 2014 р. – травень 2015 р.), яка вимушена працювати в умовах забруднення вихідної води через відсутність утримання зон санітарної охорони згідно з вимогами законодавства.

Водозабір питного водопостачання ПАТ «Запоріжсталь» (БНС-1 та БНС-2) експлуатується з порушенням вимог законодавства щодо здійснення природоохоронних та санітарних заходів на території зон санітарної охорони. У межах першого та другого поясів зони санітарної охорони майданчика водозабірних споруд знаходяться випуски зворотних вод. Для отримання питної води на очисній водопровідній станції застосовуються традиційні методи очищення: первинне хлорування, коагуляція (гідроксихлоридом алюмінію «Полвак-68»), освітлення (освітлювачі та швидкі двошарові безнапірні фільтри із гравієм та піском), вторинне

хлорування (рідким хлором). Дози реагентів, що використовуються на станції: хлору – від 3,0 мг/л до 5,5 мг/л, коагулянту – від 40 мг/л до 64 мг/л. Взимку у разі поліпшення якості сирі води коагулянт може не використовуватися. Взимку 2014 р. в межах першого поясу зони санітарної охорони виявлено погіршення якості річкової води через її антропогенне забруднення органічними речовинами та свинцем (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Проблемні показники якості поверхневої води в межах першого поясу зони санітарної охорони водозабору ПАТ «Запоріжсталь»

Показник	Вміст, мг/л (M±m, n=12)			Норматив
	min	max	med	
Свинець	0,001	0,070	0,007±0,006	0,010
Забарвленість	17,50	43,30	28,83±2,68	-
ХСК	19,4	79,2	43,4±6,1	15,0
БСК ₂₀	5,00	34,30	15,78±3,07	3,00
Нафтопродукти	0,01	22,10	3,89±2,32	0,30
Формальдегід	0,03	0,14	0,05±0,01	0,05

Результати проведених особистих досліджень якості вод вихідних та питних водопровідної станції ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» показали, що застосована традиційна технологія очищення води р. Дніпро не дозволяє стабільно доводити якість питної води до гігієнічних вимог за 9-ма такими показниками: формальдегід, нікель, феноли, забарвленість, загальне залізо, марганець, ПО, хлороформ та сума ТГМ (табл. 4.11).

Отже, проведені дослідження дозволяють стверджувати, що використання застарілих традиційних водоочисних технологій у сучасних умовах при незадовільному стані та якості води поверхневих джерел формує низку ризиків впливу на здоров'я споживачів водопровідної питної води. Отримання питної води гарантованої якості на водопровідних станціях можливе за умови комплексного

**Якість вихідної та питної води водопровідної станції ТОВ «ЗМК
«Запоріжсталь» упродовж року (червень 2014 р. – травень 2015 р.)**

Показник, одиниця виміру	Вихідна вода			Питна вода		
	min	max	med, M±m, n=12	min	max	med, M±m, n=12
Забарвленість, град.	19,00	34,50	24,58±1,51	0	24,00	16,00±2,02
Залізо загальне, мг/л	0,27	0,48	0,34±0,02	0,13	0,94	0,34±0,06
Марганець, мг/л	0,01	0,30	0,05±0,03	0,01	0,20	0,06±0,02
Нікель, мг/л	0,02	0,04	0,02±0,002	0,02	0,04	0,02±0,002
Формальдегід, мг/л	0,03	0,06	0,04±0,004	0,03	0,07	0,04±0,004
ПО, мг/л	6,60	11,00	8,01±0,35	5,90	10,40	7,48±0,34
Нафтопродукти, мг/л	0,005	2,800	0,360±0,25	0,005	0,005	0,005±0,00
Феноли, мг/л	0,0005	0,006	0,002±0,005	0,0005	0,005	0,003±0,0005
Хлороформ, мкг/л	1,50	1,50	1,50±0,00	1,00	138,00	88,68±16,24
ТГМ (сума), мкг/л	1,5	1,5	–	1,3	182,5	–

вирішення двох основних взаємопов'язаних завдань. Зокрема, завдання, спрямованого на посилення заходів з охорони поверхневих джерел від антропогенно-техногенного забруднення насамперед для забезпечення нормативних показників якості води водойм у пунктах питного водокористування, і, що є найважливішим, розпочати реально модернізацію наявних технологій підготовки питної води, що поступаються технологіям водоочистки розвинутих країн світу.

4.2. Баромембранна технологія підготовки водопровідної питної води із поверхневих солонуватих вод

Результати проведених досліджень свідчать, що на сьогодні в Україні є актуальними розробка та впровадження нових технологій водоочищення для водопровідних станцій, що спроможні поліпшувати якість солонуватих поверхневих

вод до вимог щодо питної. З відповідною метою на базі нашої лабораторії [460] було проведено дослідження та обґрунтовано параметри ефективності відповідної сучасної водоочисної баромембранної технології. Дослідження проводилися на дослідно-промисловій лінії Алчевського водоочисного заводу потужністю 100 м³/год. Технологія водоочищення включала такі етапи:

- видалення з води механічних включень і гідробіонтів на сітчастих фільтрах із розміром комірок не більше як 50 мкм (макрофільтрація);
- первинне знезараження води гіпохлоритом натрію (введення реагенту у трубопровід) та надходження у контактний резервуар;
- коагуляція на контактних префільтрах (введення розчину коагулянту ПОЛВАК-68 у трубопровід всмоктування насоса вихідної води або перед входом на префільтри залежно від температури води; флокуляція катіонним флокулянтом AP 1140P за необхідності; завантаження префільтрів – антрацит фракцією 0,8-1,4 мм і кварцовий пісок фракцією 0,5–0,8 мм);
- фільтрування на швидких (з піском і вугіллям) та картриджних фільтрах із розміром комірок не більше як 5 мкм (мікрофільтрація);
- спеціальна хімічна обробка бісульфатом натрію, а потім рочином антискалату перед подачею на установки нанофільтрації;
- глибоке очищення води на установках нанофільтрації «Osmo 450» (розмір комірок – не більше 0,01 мкм);
- вторинне знезараження води гіпохлоритом натрію;
- додаткове УФ-знезараження (використовується у разі загострення епідемічної ситуації на різних стадіях технологічного процесу) (рис. 4.2).

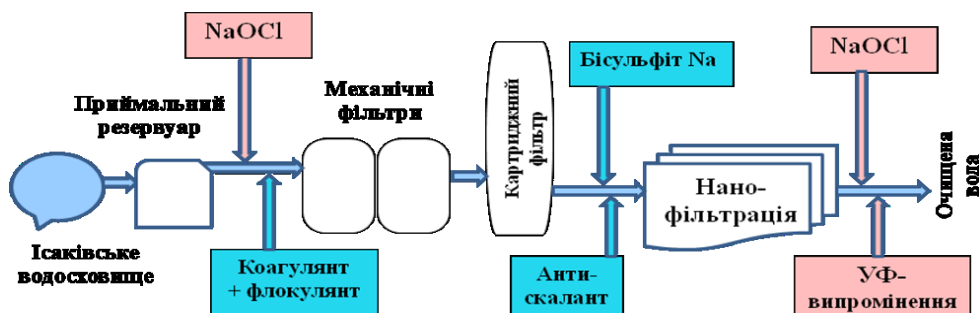


Рис. 4.2 – Інноваційна технологія підготовки питної води з мінералізованої поверхневої водойми.

Для виконання необхідного ступеня перемішування реагентів з водою при їхній подачі в трубопровід передбачена турбулізація потоку шляхом подачі реагенту у напрямку, протилежному потоку води.

Проведені дослідження засвідчили, що солонувата природна вода за солевмістом після очищення набуває якості питної згідно з українським та європейським законодавством (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

**Результати очистки води поверхневої водою від забруднювачів,
що виявлялися у понаднормативних концентраціях**

Показник, одиниця виміру	Вміст у воді, M±m (n=12)		Переви- щення ГДК до очистки, рази	Норматив	
	до очистки	після очистки		ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС
ЗМЧ при 37°C, КУО/л	481,00± 61,60	1,43± 0,72	4,8	100,00	-
Сульфати, мг/л	541,0±6,3	8,0±9,3	2,2	250,0	250*
Марганець, мг/л	0,30±0,26	< 0,01	6,0	0,05	0,05*
Каламутність, мг/л	5,00± 2,70	0,20± 0,67	10,0	0,50	**
Загальна жорсткість, ммоль/л	8,20± 0,53	1,20± 0,22	1,2	7,00	-
ПО, мг/л	4,10±0,81	0,90±0,35	1,2	5,00	5,0*
Сухий залишок, мг/л	1282,0± 37,1	469,0± 28,6	1,3	1000,0	-

Примітки:

* «індикаторні» показники;

** прийнятна для споживачів та без аномальних змін («індикаторний» показник).

За відсотком зменшення вмісту після очищення показники якості питної води (див. табл. 4.12) можливо розташувати у такий ряд: ЗМЧ при 37°C (99,7 %) > сульфати (98,5 %) > марганець (> 97 %) > каламутність (96 %) > загальна жорсткість (85,4 %) > ПО (78 %) > сухий залишок (63,4 %). Вихідна вода також характеризувалася невеликим вмістом селену ($0,0023 \pm 0,0004$ мг/л), фтору ($0,44 \pm 0,11$ мг/л), СПАР ($0,014 \pm 0,01$ мг/л) та нафтопродуктів ($0,016 \pm 0,004$ мг/л), ефективність очищення води від цих показників у зазначених концентраціях складала 91 %, 55 %, 29 %, 6,3 % відповідно. Після очищення несуттєво зменшувався водневий показник (на 4 %) та збільшувалася кількість хлоридів (на 31 %).

У разі первинного хлорування дозою 6,0-8,0 мг/л та завершальною дозою 1,0-1,5 мг/л у воді на різних етапах водопідготовки виявлялися бромдихлорметан (20-32 мкг/л), дибромхлорметан (18-27 мкг/л, норматив – 10 мкг/л [38]), хлороформ (11-28 мкг/л, норматив – 60 мкг/л [38]), бромформ (3,6-6,5 мг/л). Згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] вміст кожного із зазначених речовин не нормується. Зазначені концентрації тригалогенметанів не перевищують норматив для їх суми згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] та Директивою 98/83/ЄС [36] (100 мкг/л). Найефективніше вміст тригалогенметанів знижувався після швидких фільтрів з активованим вугіллям (рис. 4.3).

Отже, ефективність очистки природної солонуватої води від речовин, вміст яких перевищував гігієнічний норматив, становила 63-99 %, що свідчить про високу спроможність даної технології водочищення видаляти забруднювачі. Запропонована технологія водообробки може бути використана для очистки природних поверхневих вод із високим вмістом солей в умовах водопровідних станцій [461, 462].

4.3. Нова технологія очищення питної води з використанням реагентів на основі солей ПГМГ

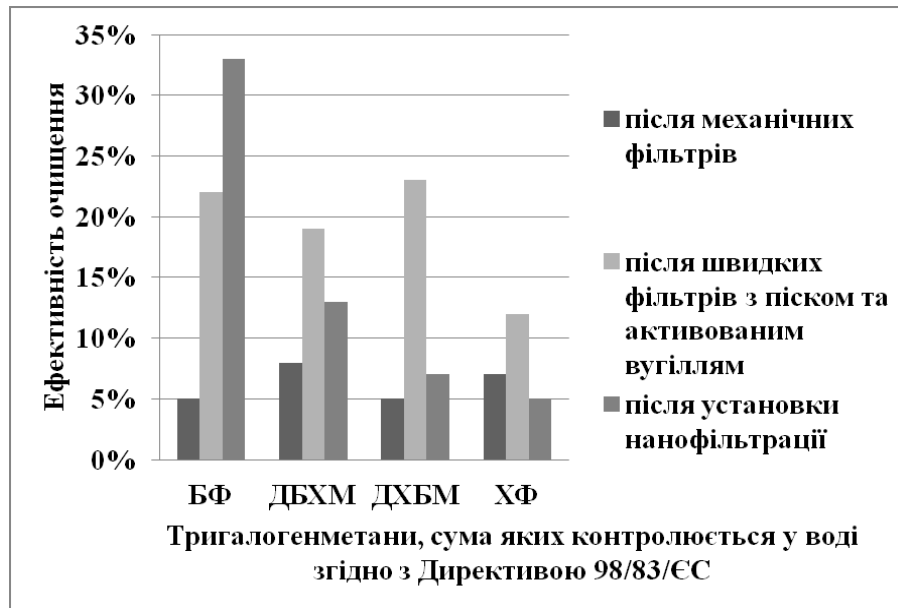


Рис. 4.3 – Видалення тригалогенметанів при хлоруванні води дозою 6-8 мг/л на етапах очищення за інноваційною технологією підготовки питної води з мінералізованої поверхневої водойми: БФ –бромформ; ДБХМ – дибромхлорметан; ДХБМ – дихлорбромметан; ХФ – хлороформ.

4.3.1. Основні властивості реагентів на основі солей ПГМГ за результатами лабораторних досліджень. Понаднормативний вміст ТГМ у водопровідних питних водах є однією з актуальніших проблем у багатьох країнах світу [350], вирішити яку пропонується здебільшого шляхом заміни реагентів для обробки питної води на нові менш реакційні щодо їх утворення, зокрема, реагенти на основі ПГМГ. В лабораторних умовах проведено дослідження з порівняльної оцінки основних властивостей трьох реагентів на основі солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф).

У лабораторних умовах на першому етапі оцінювали антимікробну ефективність зазначених реагентів, у дослід брали їх три концентрації (0,5 мг/л, 1,0 мг/л, 1,5 мг/л). Виявлено, що під впливом ПГМГ-Ф, починаючи з 0,5 мг/л, спостерігається зменшення кількості алохтонної та автохтонної мікрофлори. При дозі 1,5 мг/л відбувається незначне підвищення мікрофлори, яким можливо знехтувати, тому що воно вкладається у межі похибки методу (табл. 4.13).

**Вплив реагентів на основі ПГМГ на мікробіологічні показники якості
вихідної води**

Доза, мг/л	Загальне мікробне число, КУО/см ³				Колі-індекс	
	22°C		37°C			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Вихідна вода	59000	100	19800	100	810	100
ПГМГ-Ф						
0,5	3510	6	1020	5,2	86	10,6
1,0	758	1,3	660	3,3	8	0,98
1,5	990	1,7	351	1,8	15	1,85
ПГМГ-ГХ						
0,5	900	1,5	543	2,7	86	10,6
1,0	1088	1,8	498	2,5	10	1,3
1,5	770	1,3	35	0,2	26	3,2
ПГМГ-ГХ+Ф						
0,5	479	0,8	300	1,5	20	2,5
1,0	1200	2,0	865	4,4	6	0,7
1,5	900	1,5	27	0,2	23	2,8

Як можна бачити з таблиці 4.13, результати досліджень антибактеріального впливу ПГМГ-ГХ на мікробіоценоз річкової води відображають залишкову кількість у воді власної мікрофлори (22°C) в інтервалі від 1,5 % до 1,3 % та привнесеної (37°C) у межах від 2,7 % до 0,2 % під дією ПГМГ-ГХ (доза 0,5-1,5 мг/л). При дозі реагенту 0,5 мг/л колі-індекс знижувався до 10,6 % від вихідної величини, збільшення дози до 1,5 мг/л зменшувало значення цього показника до 3,2 % від первинної величини. Виявлено зниження мікрофлори води під дією ПГМГ-ГХ+Ф у дозі від 0,5 мг/л до 1,5 мг/л. Але при дозі 1,0 мг/л спостерігається незначне підвищення відсотка відмирання клітин бактерій. Очікуване поступове збільшення відсотка їх відмирання від дози реагенту не відбулося. Ефект знезараження води

всіма реагентами у дозах, що випробувалися, істотно не залежав від експозиції (0,5; 1,0; 3,0 год), тому цей факт у таблиці 4.13 не відображено.

Для порівняння було визначено антимікробну дію хлорного вапна на автохтонну та алохтонну мікрофлору річкової води. Під дією розчинів хлорного вапна у дозах від 0,5 до 1,5 мг/л відбувається зниження колі-індексу до 97,6-99,5 % (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Вплив хлорного вапна на мікробіологічні показники якості вихідної води

Доза, мг/л	Загальне мікробне число, КУО/см ³				Колі-індекс	
	22°C		37°C			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Вихідна вода	59000	100	19800	100	810	100
0,5	1046	1,8	350	1,8	22	2,7
1,0	2380	4,0	290	1,5	7	0,9
1,5	970	1,6	195	1,0	4	0,5

За даними проведених досліджень було усереднено дози реагентів (1 мг/л) та отримано відповідні результати, що дозволило зробити об'єктивнішу порівняльну оцінку антимікробної дії реагентів. Порівняльний аналіз демонструє перевагу комбінованого препарату ПГМГ-ГХ+Ф перед іншими похідними ПГМГ (табл. 4.15).

Підсумовуючи результати мікробіологічних досліджень, можна констатувати, що полімерні реагенти на основі ПГМГ є сильними знезаражувальними засобами, які за антимікробною дією не поступаються хлору.

Ефект знезараження відбувався як на власній мікрофлорі річкової води, яка розвивається за температури у 22°C, так і на мікрофлорі антропогенного забруднення (37°C). Вплив досліджуваних біоцидів на індекс кишкових паличок був на рівні 95,0-98,1 %.

На наступному етапі досліджень було визначено залежність залишкової концентрації солей ПГМГ від доз внесеного реагенту та обґрунтовано допустимі

**Вплив різних марок реагентів на основі ПГМГ та хлорного вапна
на мікробіологічні показники якості вихідної води**

Реагент	Доза, мг/л	Загальне мікробне число, КУО/см ³				Колі-індекс	
		22°C		37°C			
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
Вихідна вода		59000	100	19800	100	810	100
ПГМГ-ГХ	1,0	746	1,3	400	2,0	42	5,0
ПГМГ-Ф		1840	3,0	720	3,6	39	4,8
ПГМГ-ГХ+Ф		862	1,5	450	2,3	16	1,9
Хлорне вапно		1530	2,6	290	1,5	12	1,5

дозі різних реагентів на основі ПГМГ. Солі ПГМГ вносилися у воду р. Десна у дозах 0,5-6,0 мг/л, дослідження проводили через 0,5; 1,0; 3,0 години (час перебування води у відстійниках на водопровідних станціях). Встановлено, що з підвищенням вихідної дози солей ПГМГ їх залишкова концентрація у воді зростає. Так, наприклад, при контакті 3 години зі збільшенням дози ПГМГ-ГХ+Ф у воді з 0,5 до 6,0 мг/л залишковий рівень реагенту зростає від слідів до 1,74 мг/л. Така залежність характерна і для інших солей ПГМГ-ГХ та ПГМГ-Ф (табл. 4.16).

При однакових вихідних дозах за умов наших дослідів час контакту не мав істотного впливу на залишковий рівень реагентів. Звертає на себе той факт, що лише при дозах солей ПГМГ на рівні 1,0-1,5 мг/л залишкова концентрація їх у відстояній воді була стабільно нижчою за гігієнічний норматив (ГДК ПГМГ-ГХ – 0,1 мг/л, ПГМГ-Ф – не встановлена, ГДК ПГМГ-ГХ+Ф – 0,1 мг/л).

При дозі 2,0 мг/л залишкова концентрація усіх солей ПГМГ у воді (час контакту 1 та 3 год) була на рівні або несуттєво перевищувала ГДК. При більших дозах концентрація солей ПГМГ в результаті взаємодії з домішками води та її відстоювання зменшувалась на 5-30 %.

Із таблиці 4.16 видно, що всі солі ПГМГ при дозах 0,5-1,5 мг/л через 1 та 3 години поглинаються майже на 100 % внаслідок їх реакції з домішками природної

**Залишкова концентрація солей ПГМГ у воді при різних дозах реагенту
та часу контакту (n=3, M±m)**

Експозиція	Доза реагенту, мг/л							
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
ПГМГ-ГХ								
30 хв	н/в	сліди	сліди	–	–	–	–	–
1 год	н/в	сліди	сліди	0,12± 0,01	0,35± 0,12	0,53± 0,03	1,52± 0,06	1,80± 0,12
3 год	н/в	сліди	–	0,1± 0,01	0,29± 0,03	0,50± 0,05	1,42± 0,10	1,87± 0,16
ПГМГ-Ф								
30 хв	н/в	сліди	сліди	–	–	–	–	–
1 год	н/в	сліди	сліди	0,11± 0,07	0,34± 0,02	0,65± 0,01	1,28± 0,06	2,24± 0,07
3 год	н/в	сліди	–	0,09± 0,01	0,30± 0,28	0,60± 0,04	1,18± 0,09	2,13± 0,15
ПГМГ-ГХ+Ф								
30 хв	н/в	сліди	0,05	–	–	–	–	–
1 год	н/в	сліди	< 0,05	0,11± 0,07	0,41± 0,03	0,58± 0,05	1,32± 0,08	1,82± 0,17
3 год	н/в	сліди	–	0,08± 0,07	0,36± 0,28	0,52± 0,05	1,17± 0,11	1,74± 0,06

води. При подальшому підвищенні вихідної води реагентів з 2 до 6 мг/л поглинута частка у середньому – 95-70 %. Відповідна поведінка у воді різних солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф) практично однакова.

Експериментальні дослідження щодо впливу солей ПГМГ на деякі основні гідрохімічні показники (ПО, каламутність, кольоровість), що зазвичай використовуються для оцінки ефективності реагентної обробки води, показали таке:

солі ПГМГ у дозах (0,5-1,5 мг/л) та при часі контакту 0,5-3,0 години спроможні проявляти флокулюючу активність щодо основних гідрохімічних показників (табл. 4.17).

Таблиця 4.17

**Вплив реагенту на основі ПГМГ на гідрохімічні показники якості води
(n=3, M±m) (на прикладі ПГМГ-ГХ+Ф)**

Доза реагенту, мг/л	Експозиція, год	Показник		
		ПО, мг/л	Каламутність, мг/л	Кольоровість, град.
1	2	3	4	5
Вода до обробки				
–	–	10,6±0,3	0,71±0,07	61,5±0,5
Вода після обробки				
0,5	0,5	9,1±0,2	0,81±0,03	51,5±3,5
	1,0	9,3±0,2	0,73±0,05	52,5±0,5
	3,0	9,3±0,2	0,44±0,01	51,0±1,0
Вода до обробки				
–	–	12,9±0,2	0,85±0,02	96,5±4,5
Вода після обробки				
1,0	0,5	12,9±0,3	0,93±0,01	75,0±1,0
	1,0	12,7±0,1	0,88±0,01	82,0±1,0
	3,0	12,0±0,2	1,10±0,04	74,7±2,5
0,5	0,5	11,6±0,2	1,30±0,02	60,0±1,0
	1,0	–	0,96±0,03	42,5±2,5
	3,0	–	–	–
Вода до обробки				
–	–	7,5±0,3	–	–
2,0	1,0	7,1±0,1	–	–
	3,0	7,0±0,1	–	–

1	2	3	4	5
Вода після обробки				
4,0	3,0	6,6±0,1	–	–
3,0	1,0	7,1±0,2	–	–
	3,0	6,8±0,1	–	–
4,0	1,0	7,1±0,2	–	–
5,0	1,0	7,1±0,2	–	–
	3,0	6,6±0,1	–	–
6,0	1,0	6,8±0,1	–	–
	3,0	6,5±0,1	–	–

Проведено порівняльну оцінку флокулюючої їх здатності із традиційними флокулянтами катіонними (Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C) та аніонним (Магнофлок LT 27). Дози реагентів та час контакту їх з водою (3 години) в експериментальних дослідженнях відповідали реальним, що використовуються в технології підготовки питної води з поверхневих водойм. Виявлено чітку залежність рівнів показників якості питної води від доз внесених солей ПГМГ.

Так, при підвищенні вихідної дози цих реагентів з 0,5 до 3,0 мг/л кольоровість води знижується у середньому від 19 до 35 %, каламутність – від 25 до 43 %, ПО – від 11 до 18 %. Найкращі результати очищення за цими показниками досягаються у разі використання ПГМГ-ГХ+Ф (додаток Б, таблиця Б.1). Дозозалежний ефект дії інших флокулянтів, що використовувалися у даному експерименті, на гідрохімічні показники річкової води не носить чіткого характеру. Проте, усі ці реагенти призводять до покращення якості зазначеної води за дослідженими показниками, але ефекти очистки порівняно з тими, що мали місце під час використання ПГМГ, були дещо нижчі. Так, наприклад, при дозах реагентів 0,5-3,0 мг/л ефект очистки води за показником кольоровість під час застосування LT27, Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C у середньому становив 9 %, 7 % та 10 % відповідно, за показником ПО – 4 %, 7 % та 8 % відповідно. Отже, отримані дані свідчать, що солі ПГМГ за

ефективністю очистки річкової води не поступаються традиційним флокулянтам. Завдяки цьому, а також біоцидній активності, яка не притаманна традиційним флокулянтам, реагенти на основі ПГМГ є перспективними для використання у технології підготовки питної води.

Подальші дослідження проводили з метою виявлення оптимальних доз реагентів на основі ПГМГ у разі використання разом із коагулянтами після відстоювання та фільтрування питної води через піщаний фільтр у лабораторних умовах. Виявлено, що у разі використання реагентів на основі ПГМГ та сульфату алюмінію ($Al_2(SO_4)_3$) у дозах 1-3 мг/л та 10 мг/л відповідно вміст відповідних залишкових концентрацій реагентів не перевищує гігієнічні нормативи (0,1 мг/л та 0,2 мг/л відповідно) (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Залишкові концентрації ПГМГ-ГХ та алюмінію у разі обробки питної води відповідними реагентами, відстоювання та фільтрування (n=3, $M \pm m$)

Доза реагенту, мг/л		Вміст у воді, мг/л			
		ПГМГ		алюміній	
ПГМГ	$Al_2(SO_4)_3$	відстояна	фільтрована	відстояна	фільтрована
1	10	0,068±0,002	< 0,05	0,40±0,03	0,22±0,03
2	10	–	< 0,05	–	0,15±0,02
3	10	0,160±0,004	0,093±0,003	0,36±0,02	0,11±0,01

При фіксованій дозі солей ПГМГ 3 мг/л змінювали дози коагулянту у межах, що зазвичай використовуються на водопровідних станціях (додаток Б, таблиця Б.2). Виявлено залежність залишкової концентрації ПГМГ у відстояній ПГМГ знижувався на 29-64 %. У воді після відстоювання протягом 3-х годин вміст солей ПГМГ виявлявся більший за гігієнічний норматив, однак він знижувався після фільтрування. Наприклад, при дозі коагулянту 10 мг/л і флокулянту 3 мг/л залишкова концентрація останнього знизилася на 44-45 % порівняно з відстояною водою.

Внесення у природну воду солей ПГМГ сприяє вилученню сульфату алюмінію. Залежно від їх дози залишкова концентрація алюмінію у відстояній воді знижується у середньому на 29-39 % порівняно з концентрацією у воді без флокулянту. При цьому, як і у випадку з ПГМГ, залишковий вміст алюмінію у воді після стадії відстоювання був вищим за гігієнічний норматив та знижувався лише після фільтрації до ГДК. Наприклад, при дозі флокулянту 3 мг/л та коагулянту 10 мг/л залишкова концентрація алюмінію знижується на 65-69 % порівняно з водою без флокулянту і складає 0,11-0,19 мг/л залежно від хімічного складу солей ПГМГ.

Виявлено взаємовплив коагулянту та флокулянту на їх залишкові концентрації у відстояній воді. Якщо, наприклад, залишкова концентрація ПГМГ-ГХ у воді без внесення коагулянту складає 0,28 мг/л, то додавання 10 мг/л сульфату алюмінію знижує вміст ПГМГ на 43 %. У відстояній воді без флокулянту залишкова концентрація алюмінію становить 0,51 мг/л, після внесення флокулянту вона знижується до 0,36 мг/л (на 29 %).

Обробка природної води вказаними реагентами призводить до покращення якості очищеної води, зокрема, зниження вмісту у воді ПГМГ та алюмінію спостерігається як на етапі відстоювання, так і фільтрування. Порівнюючи властивості різних солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф), то можливо зробити висновок щодо їх схожості.

Подальші дослідження проводили з метою виявлення впливу на мікробіологічні показники річкової води солей ПГМГ разом із сульфатом алюмінію. Встановлено, що під час очистки природної води з використанням коагулянту (без флокулянтів) після відстоювання та фільтрації якість води була гіршою за мікробіологічними показниками, ніж води, очищеною за традиційною технологією з використанням комбінації коагулянт+флокулянт (табл. 4.19).

За зазначених умов у очищеній воді загальне мікробне число за температури у 22°C зменшується в інтервалі 99,2-99 %, а за 37°C – 98,7-98,4 %. Ефект очищення від кишкових паличок становив 98 %, колифагів – 64 %. У разі використання реагенту на основі солей ПГМГ-Ф та співвідношенні ПГМГ до сульфату алюмінію 3:40 – 3:60 мг/л загальне мікробне число зменшилося на 99,8-99,9 %, коли-індекс та індекс

**Вплив ПГМГ (3 мг/л) та сульфату алюмінію на очистку річкової води
від мікроорганізмів**

Об'єкт дослідження	Доза коагулянту, мг/л	Загальне мікробне число, КУО/см ³				Колі-індекс		Індекс колифагів	
		22°C		37°C		абс.	%	абс.	%
		абс.	%	абс.	%				
Річкова вода	0	26000	100	15000	100	>1100	100	9	100
Вода після очистки без реагентів	0	1300	5,0	250	1,7	93	91,5	4	56
Сульфат алюмінію									
Вода після реагентної очистки	20	270	1,0	235	1,6	23	2	4	36
	40	215	0,8	245	1,6	23	2	4	36
	60	215	0,8	200	1,3	23	2	4	36
ПГМГ-Ф									
Вода після реагентної очистки	20	50	0,2	35	0,2	4	0,4	2	22
	40	30	0,2	20	0,1	<3	0	0	0
	60	10	0,2	20	0,1	<3	0	0	0
ПГМГ-ГХ									
Вода після реагентної очистки	20	75	0,3	20	0,1	3	0,2	1	1
	40	90	0,2	55	0,2	<3	0	0	0
	60	80	0,3	90	0,6	<3	0	0	0
ПГМГ-ГХ+Ф									
Вода після реагентної очистки	20	110	0,4	5	2,0	<3	0	0	0
	40	60	0,2	15	0,1	<3	0	0	0
	60	45	0,2	40	0,3	<3	0	0	0

колифагів – на 100 %. Така ж сама залежність спостерігалась у разі використання двох інших реагентів на основі солей ПГМГ.

Після відстоювання та фільтрування річкової води без обробки реагентами при режимах, адекватних прийнятим на водопровідних станціях, зменшуються значення показників (ПО, каламутність, кольоровість), що зазвичай використовуються для оцінки ефективності реагентної обробки води. Після відповідної обробки та під час обробки річкової води без флокулянту сульфатом алюмінію дозою 40-60 мг/л отримані найкращі та стабільні результати очищення природної води, а без коагулянту під час обробки флокулянтами дозою 3 мг/л якість очищеної води була ліпшою за якість води після безреагентної обробки та гіршою за якість води після обробкою коагулянтом (табл. 4.20).

Сумісне використання флокулянту та коагулянту дозволило зменшити дозу останнього до 20 мг/л. Отже, використання коагулянту та реагентів на основі солей ПГМГ в ролі флокулянтів дозволить покращувати якість питної води після відстоювання та фільтрування. Для досліджуваної річкової води оптимальним співвідношенням доз флокулянту до коагулянту є 3:20 мг/л, що може змінюватися через сезонні коливання якості річкової води.

Порівнюючи вплив ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф на гідрохімічні показники якості річкової води, потрібно відзначити, що він однаковий. Внесок флокулянтів у загальну ефективність очистки води за показниками, що досліджувалися, становить: 13 % та 14 % за ПО, 37 % та 36 % за каламутністю, 47 % та 52 % за кольоровістю відповідно. Що стосується ПГМГ-Ф, то його вплив на ПО, каламутність був дещо нижчим і складав 6 % та 20% відповідно, а кольоровість практично не змінювалася. Обробка разом із коагулянтом солей ПГМГ як флокулянтів сприяє підвищенню якості річкової води за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками. Водночас доведено неможливість використання у водопідготовці солей ПГМГ як коагулянтів дозою – 10-15 мг/л.

Підсумовуючи результати експерименту, можна стверджувати, що використання в технології підготовки питної води для її попередньої реагентної обробки разом із коагулянтом солей ПГМГ як флокулянтів сприяє підвищенню якості очистки природної води, за мікробіологічними показниками [461, 462].

**Вплив сульфату алюмінію при постійній дозі солей ПГМГ
на деякі гідрохімічні властивості річкової води (n=3, M±m)**

Реагенти, мг/л		ПО, мг/л			Каламутність, мг/л			Кольоровість, град.		
ПГМГ	Al ₂ SO ₄	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Природна вода		5,4± 0,2	4,4± 0,1	7,7± 0,3	0,60± 0,03	0,44± 0,02	0,90± 0,06	33± 2	31,0± 1,2	32± 2
Очищена вода без реагентів		5,2± 0,3	3,6± 0,1	7,3± 0,3	0,16± 0,02	0,28± 0,01	0,30± 0,02	30± 3	23,0± 2,2	37± 3
3	0	4,50± 0,02	3,1± 0,1	7,3± 0,4	0,10± 0,01	0,18± 0,02	0,24± 0,01	16± 1	11,0± 1,2	36± 2
0	10	4,5± 0,3	3,1± 0,1	7,2± 0,3	0,10± 0,02	0,21± 0,03	0,30± 0,02	24± 2	11,0± 1,1	34± 2
0	20	4,7± 0,2	2,9± 0,2	6,7± 0,3	0	0,11± 0,01	0,20± 0,02	21± 2	17,0± 1,3	27± 3
0	40	3,4± 0,1	2,1± 0,2	4,3± 0,3	0	<0,08	0,06± 0,01	14± 2	12,0± 1,2	21± 2
0	60	3,6± 0,2	2,2± 0,1	3,1± 0,2	0	<0,08	0	12± 2	9,0± 0,8	0
3	10	4,4± 0,3	2,9± 0,2	6,0± 0,5	0,08± 0,01	0,19± 0,03	0,09± 0,01	12± 2	11,0± 1,1	27± 3
3	20	3,8± 0,2	2,6± 0,1	4,5± 0,3	0	0	0,06± 0,01	0	5,0± 0,8	20± 2
3	40	2,6± 0,1	1,8± 0,1	3,2± 0,2	0	0	0,06± 0,01	0	0	17± 2
3	60	2,6± 0,1	2,2± 0,1	3,5± 0,2	0	0	0	5± 1	0,8± 0,1	0

Примітки: 1 – ПГМГ-ГХ; 2 – ПГМГ-ГХ+Ф; 3 – ПГМГ-Ф.

4.3.2. Токсикологічна оцінка впливу води, підготовленої з використанням солей ПГМГ, на організм піддослідних тварин. Підґрунтям для проведення токсикологічного експерименту стало те, що, на думку деяких вчених [363], недостатньою мірою вивчено можливість прояву реагентами віддаленої дії на організм.

У першій серії токсикологічних досліджень піддослідні щури отримували річкову воду, підготовлену за традиційною водоочисною технологією за участю ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф як флокулянтів в однакових дозах: 0,5; 1,0 та 3,0 мг/л. Упродовж експерименту щодня спостерігали за станом та поведінкою тварин піддослідних та контрольної груп, щомісячно проводили гематологічні, імунологічні та біохімічні дослідження. Встановлено, що зміни гематологічних показників у піддослідних тварин протягом всього експерименту знаходились у межах коливань показників контролю та фізіологічної норми (табл. 4.21).

Так, при визначенні вмісту гемоглобіну в крові суттєвих змін не виявлено, але у групах тварин, що отримували питну воду, підготовлену за участю ПГМГ-ГХ+Ф, спостерігалось його незначне підвищення на 150 та 180 добу експерименту. Абсолютна кількість лейкоцитів у крові не зазнавала значних змін протягом всього терміну експерименту у всіх групах щурів.

Дослідження стану імунологічної реактивності експериментальних тварин під впливом питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ, проводили у динаміці через 60, 120 та 180 днів з початку експерименту. Щури були поділені на групи: 1 – контрольна; 2 та 3 – споживали воду з ПГМГ-ГХ в дозах 1 та 3 мг/л; 4 та 5 – споживали з ПГМГ-ГХ+Ф в дозах 1 та 3 мг/л.

У дослідних щурів не встановлено суттєвих змін показників природного імунітету (фагоцитарної і бактерицидної активності моноцитів). Коливання відсотка фагоцитозу (ФІ) і фагоцитарного числа (ФЧ) відбувалося у межах норми протягом всього терміну експерименту. Позитивна реакція дегрануляції тучних клітин на аутоантиген печінки відсутня (табл. 4.22).

Статистично значимих змін вмісту ТБК-активних продуктів у плазмі крові щурів піддослідних груп не встановлено. Визначено коливання активності антиоксидантного

Динаміка вмісту гемоглобіну та лейкоцитів у крові щурів під впливом питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
1	2	3	4	5	6	7
Вміст гемоглобіну (г/л, M±m)						
Контроль	124,75 ± 2,38	124,80 ± 1,52	127,60 ± 1,52	125,20 ± 1,52	150,00 ± 2,38	151,70 ± 1,78
ПГМГ-ГХ, 0,5 мг/л	124,50 ± 2,12	124,40 ± 1,30	126,80 ± 1,94	126,40 ± 1,73	152,80 ± 2,16	151,40 ± 2,16
ПГМГ-ГХ, 1 мг/л	124,25 ± 1,85	124,40 ± 1,52	126,20 ± 2,38	124,40 ± 1,30	153,60 ± 3,03	150,80 ± 2,16
ПГМГ-ГХ, 3 мг/л	124,25 ± 1,32	124,40 ± 1,95	126,60 ± 1,52	126,60 ± 1,73	151,00 ± 2,16	153,00 ± 1,73
ПГМГ-ГХ+Ф, 0,5 мг/л	124,00 ± 2,12	124,60 ± 1,30	128,20 ± 1,94	125,80 ± 1,52	153,40 ± 1,195	152,20 ± 1,52
ПГМГ-ГХ, 1 мг/л	124,50 ± 2,12	124,20 ± 1,73	126,20 ± 1,73	126,60 ± 1,73	153,20 ± 1,95	153,60 ± 1,95
ПГМГ-ГХ, 3 мг/л	124,25 ± 1,85	124,60 ± 1,73	128,20 ± 1,52	127,00 ± 1,95	152,80 ± 1,73	153,40 ± 2,38
Кількість лейкоцитів (пх10 ⁹ /л, M±m)						
Контроль	18,65 ± 0,49	18,46 ± 0,37	18,65 ± 0,37	17,58 ± 0,42	17,79 ± 0,64	18,61 ± 0,38
ПГМГ-ГХ, 0,5 мг/л	19,10 ± 0,60	18,90 ± 0,38	18,86 ± 0,41	18,10 ± 0,35	17,56 ± 0,47	18,47 ± 0,40
ПГМГ-ГХ, 1 мг/л	18,86 ± 0,45	18,83 ± 0,38	18,75 ± 0,40	18,12 ± 0,53	18,18 ± 0,53	18,84 ± 0,42

1	2	3	4	5	6	7
ПГМГ-ГХ, 3 мг/л	18,60 ± 0,44	18,90 ± 0,29	18,26 ± 0,65	18,64 ± 0,43	18,01 ± 0,54	18,55 ± 0,36
ПГМГ-ГХ+Ф, 0,5 мг/л	18,23 ± 0,48	18,79 ± 0,40	19,00 ± 0,65	17,30 ± 0,34	18,08 ± 0,63	18,66 ± 0,39
ПГМГ-ГХ, 1 мг/л	18,09 ± 0,40	18,75 ± 0,40	18,15 ± 0,30	18,23 ± 0,32	18,03 ± 0,54	18,91 ± 0,28
ПГМГ-ГХ, 3 мг/л	18,28 ± 0,54	18,65 ± 0,35	19,27 ± 0,48	18,61 ± 0,43	18,42 ± 0,52	19,07 ± 0,34

ферменту каталази, яке не виходило за рамки контролю та фізіологічної норми (табл. 4.23).

Як видно з даних в таблиці 4.23, статистично значимі зміни активності каталази були визначені у плазмі крові щурів, які піддавалася дії ПГМГ-ГХ, 1,0 мг/л (на 120 добу), ПГМГ-Х+Ф, 0,5 мг/л, 1,0 мг/л і 3,0 мг/л (на 120, 90 і 60 добу відповідно). Останнє вказує на формування захисної реакції організму на вплив солей ПГМГ, інтенсивність якої залежала від концентрації досліджуваних речовин та часу експозиції.

Отже, з урахуванням отриманих результатів можна дійти висновку, що досліджувані дози (0,5-3,0 мг/л) солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Х+Ф) при тривалому споживанні обробленої ними питної води суттєво не впливали на життєво важливі показники організму піддослідних щурів.

Під час проведення лабораторного експерименту в іншій серії дослідів визначався вплив питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ як коагулянтів, на організм піддослідних тварин. Після реагентної обробки природної води, відстоювання та фільтрування залишкові концентрації солей ПГМГ у питній воді при зазначених вихідних дозах становили 1 та 5 ГДК відповідно. Піддослідних тварин упродовж 6 місяців споживали питною водою, що містила ПГМГ-ГХ на рівнях, еквівалентних 1 та

Таблиця 4.22

Показники природного імунітету та аузенсibilізації організму білих щурів під впливом питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ (M±m)

Доба спостереження	Група щурів	Показники					
		НСТ-тест, %	ФІ, %	ФЧ, ум. од.	Кількість дегранульованих тучних клітин (контроль/дослід), %	Різниця між контрольним та дослідним показником, %	% дегранульованих тучних клітин
60	1	21,8±2,0	55,4±4,2	2,46±0,10	3,42±0,76/5,14±1,06	1,71±0,76	0
	2	17,3±1,0	61,2±1,8	2,26±0,16	2,57±0,45/5,28±1,06	2,71±0,91	0
	3	22,3±2,4	54,3±4,2	2,60±0,10	4,14±1,06/6,00±0,91	1,86±0,91	0
	4	20,5±1,8	55,6±2,4	2,76±0,14	3,00±0,60/5,71±0,45	2,71±0,60	0
	5	20,1±1,5	54,4±5,7	2,16±0,20	5,00±1,36/8,00±2,26	3,00±1,66	1
120	1	19,1±1,8	54,0±3,5	2,74±0,30	4,00±1,06/5,86±1,21	1,86±0,45	0
	2	17,6±0,9	59,8±1,2	2,05±0,29	6,71±1,21/8,43±1,06	1,71±0,60	0
	3	18,3±2,7	55,6±3,6	2,74±0,12	5,28±1,06/7,43±2,57	2,28±0,66	0
	4	18,0±1,7	55,8±2,4	2,55±0,14	3,57±1,81/5,28±3,32	2,15±0,66	0
	5	20,7±3,5	54,0±4,8	2,67±0,14	8,57±1,06/0,43±2,12	1,86±0,66	0
180	1	20,6±1,7	53,0±3,6	2,47±0,14	3,71±0,60/5,85±0,91	2,14±0,45	0
	2	22,8±2,7	58,7±3,2	2,56±0,16	7,86±1,81/9,00±3,93	1,11±3,02	0
	3	22,8±1,8	50,8±3,8	2,42±0,07	4,14±3,02/7,43±4,23	3,28±1,51	1
	4	23,1±2,7	49,1±1,0	2,20±0,09	7,28±2,42/10,0±3,17	2,71±3,48	0
	5	25,0±2,6	58,0±4,4	2,68±0,16	8,14±1,06/10,1±1,96	2,00±1,51	0

Примітки: 1 – контрольна група тварин; 2 та 3 – дослідні групи тварин споживали питну воду, підготовлену за участю солей ПГМГ-ГХ в дозах 1,0 та 3,0 мг/л; 4 та 5 – дослідні групи тварин споживали питну воду, підготовлену за участю ПГМГ-ГХ+Ф в дозах 1,0 та 3,0 мг/л.

Динаміка зміни вмісту ТБК-активних продуктів та активності ферменту каталази у плазмі крові щурів під впливом питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
1	2	3	4	5	6	7
Вміст ТБК-активних продуктів (нмоль МДА/мг білка, M±m)						
Контроль	4,53± 0,47	4,47± 0,45	4,53± 0,46	4,45± 0,43	5,48± 0,37	5,58± 0,22
ПГМГ-ГХ, 0,5 мг/л	4,58± 0,21	4,72± 0,26	3,55± 0,21	3,62± 0,23	4,44± 0,44	4,67± 0,24
ПГМГ-ГХ, 1,0 мг/л	3,98± 0,21	3,36± 0,26	4,77± 0,27	4,65± 0,44	4,84± 0,29	5,34± 0,26
ПГМГ-ГХ, 3,0 мг/л	3,26± 0,53	4,07± 0,24	4,09± 0,40	5,53± 0,53	5,95± 0,31	5,90± 0,29
ПГМГ-Х+Ф, 0,5 мг/л	4,57± 0,24	3,07± 0,24*	3,95± 0,39	4,93± 0,42	5,16± 0,28	4,71± 0,35
ПГМГ-Х+Ф, 1,0 мг/л	3,79± 0,24	3,81± 0,32	4,48± 0,37	5,94± 0,46*	6,24± 0,37	5,23± 0,31
ПГМГ-Х+Ф, 3,0 мг/л	3,33± 0,33	4,43± 0,13	5,37± 0,41	5,80± 0,61	6,02± 0,32	6,69± 0,55
Активність каталази (мМ Н₂О₂/хв./г білка, M±m)						
Контроль	157,28± 7,28	156,11± 7,44	159,31± 7,46	158,62± 8,68	164,65± 8,55	167,85± 10,58
ГМГ-ГХ, 0,5 мг/л	156,20± 7,26	163,37± 8,38	175,49± 9,04	183,48± 9,30	197,08± 13,80	201,67± 15,08
ПГМГ-ГХ, 1,0 мг/л	157,39± 7,66	161,63± 9,26	180,02± 9,94	199,18± 10,30*	200,95± 17,33	203,22± 14,42
ПГМГ-ГХ, 3,0 мг/л	160,99± 7,60	176,56± 10,48	164,87± 11,24	132,58± 12,77	173,42± 10,75	186,19± 10,87
ПГМГ-Х+Ф, 0,5 мг/л	162,85± 8,60	163,02± 9,18	181,29± 9,65	197,55± 9,93*	187,92± 10,52	198,95± 13,41
ПГМГ-Х+Ф, 1,0 мг/л	160,65± 9,34	178,89± 9,63	186,80± 10,57*	166,27± 10,83	172,51± 8,00	182,55± 6,15
ПГМГ-Х+Ф, 3,0 мг/л	176,85± 10,58	195,18± 11,81*	165,41± 12,30	184,37± 14,67	189,79± 11,47	153,78± 13,14

Примітка. * p<0,05.

5 ГДК, та ПГМГ-ГХ+Ф у аналогічних концентраціях. Протягом всього експерименту велися щоденні спостереження за загальним станом та поведінкою тварин піддослідних

та контрольних груп. Ці показники у тварин піддослідних груп значно відрізнялися від контролю, де тварини споживали відстояну водопровідну воду.

Досліджено, що частина щурів піддослідних груп втрачала вагу, шерсть таких тварин була настобурчена, у окремих щурів спостерігалася діарея і порушення координації рухів. Особливо ці зміни були виражені у тварин, що споживали питну воду з вмістом ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф на рівні 5 ГДК.

Під час визначення вмісту гемоглобіну в крові у групі з навантаженням ПГМГ-ГХ (5 ГДК) спостерігалася статистично достовірне його зниження на 60 та 90 добу експерименту. В групі, яка отримувала ПГМГ-ГХ+Ф (1 ГДК), статистично достовірне зменшення гемоглобіну виявлялося на 30, 60 та 90 добу і лише у групі з більшим навантаженням ПГМГ-ГХ+Ф (5 ГДК) в динаміці спостерігалася зменшення гемоглобіну протягом всього експерименту, це свідчить про прояви токсичної дії (табл. 4.24).

Абсолютна кількість лейкоцитів у крові щурів зазнавала деяких змін у всіх піддослідних груп на різних термінах дії досліджуваних чинників (табл. 4.24). Підвищення абсолютної кількості лейкоцитів впродовж майже всього експерименту спостерігалася лише у групі щурів, яка отримувала ПГМГ-ГХ+Ф (5 ГДК) (90, 120, 150 та 180 добу). У групі ПГМГ-ГХ (5 ГДК) – на 60 та 90 добу, а у групі ПГМГ-ГХ (1 ГДК) – на 90 та 120 добу, що вказує на активацію захисних регуляторних механізмів.

Встановлено деякі зміни у клітинному складі крові дослідних щурів порівняно з контрольними (табл. 4.25).

Відносна кількість сегментоядерних нейтрофілів статистично достовірно підвищувалася на 60 та 90 добу експерименту в групі тварин з навантаженням ПГМГ-ГХ (5 ГДК). В інших групах піддослідних тварин закономірних змін у відносній кількості сегментоядерних нейтрофілів не спостерігалася. Відносна кількість паличкоядерних нейтрофілів у крові піддослідних тварин статистично достовірно підвищувалася на 120, 150 та 180 добу експерименту (ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК), тоді як в інших групах піддослідних тварин визначено лише тенденцію до відповідних змін. Збільшення кількості молодих паличкоядерних нейтрофілів при

Динаміка вмісту гемоглобіну та лейкоцитів у крові щурів під впливом питної води, що містить солі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК (г/л, $M \pm m$)

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
Вміст гемоглобіну (г/л, $M \pm m$)						
Контроль	135,67 $\pm 1,19$	136,33 $\pm 1,19$	133,33 $\pm 1,43$	133,55 $\pm 1,43$	130,67 $\pm 1,43$	130,00 $\pm 0,95$
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	135,80 $\pm 1,62$	133,80 $\pm 1,08$	134,60 $\pm 1,08$	132,00 $\pm 1,52$	129,6 $\pm 0,65$	128,20 \pm 1,73
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	133,40 $\pm 1,08$	128,50 $\pm 2,12^*$	127,00 $\pm 2,12^*$	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	128,40 $\pm 2,17^*$	128,50 $\pm 2,65^*$	127,70 $\pm 2,12^*$	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	127,40 $\pm 2,16^*$	125,20 $\pm 1,3^*$	126,40 $\pm 1,08^*$	124,80 $\pm 1,29^*$	125,00 $\pm 0,65^*$	125,20 $\pm 1,08^*$
Кількість лейкоцитів ($n \times 10^9$/л, $M \pm m$)						
Контроль	17,58 $\pm 0,38$	17,64 $\pm 0,35$	17,83 $\pm 0,31$	18,00 $\pm 0,27$	18,02 $\pm 0,44$	17,61 $\pm 0,37$
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	17,46 $\pm 0,32$	18,19 $\pm 0,29$	19,54 $\pm 0,27^*$	19,80 $\pm 0,29^*$	18,41 $\pm 0,21$	18,07 \pm 0,36
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	18,03 $\pm 0,3$	19,14 $\pm 0,49^*$	22,77 $\pm 0,37^*$	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	17,48 $\pm 0,17$	18,45 $\pm 0,38$	21,88 $\pm 0,30^*$	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	17,64 $\pm 0,14$	18,47 $\pm 0,26$	20,76 $\pm 0,24^*$	20,47 $\pm 0,20^*$	19,66 $\pm 0,28^*$	19,27 $\pm 0,31^*$

Примітка. * $p < 0,05$.

зменшенні зрілих сегментоядерних клітин може свідчити про активацію кровотворення у кістковому мозоку.

Як видно з даних в таблиці 4.25 відносна кількість еозинофілів в периферичній крові щурів не зазнавала змін в жодній із досліджуваних груп упродовж всього експерименту. Однак, зменшувалась відносна кількість моноцитів на 30 добу в групі тварин, яка отримувала ПГМГ-ГХ+Ф (5 ГДК). В інших групах змін не виявлено. Зниження відносної кількості лімфоцитів у групах тварин із навантаженням ПГМГ-

Клітинний склад периферичної крові у щурів в динаміці під впливом питної води, що містить солі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК (%), М±m)

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
1	2	3	4	5	6	7
Паличноядерні нейтрофіли						
Контроль	2,33± 0,24	2,56± 0,24	2,44± 0,36	2,00± 0,24	1,89± 0,24	1,67± 0,24
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	2,70± 0,32	2,50± 0,32	2,70± 0,32	2,60± 0,21	2,40± 0,22	2,40± 0,22*
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	2,30± 0,22	3,25± 0,26	3,00± 0,35	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	1,90± 0,22	2,88± 0,26	3,00± 0,35	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	2,90± 0,43	2,70± 0,22	3,10± 0,22	2,80± 0,21*	2,70± 0,11*	2,80± 0,22*
Сегментоядерні нейтрофіли						
Контроль	22,11± 1,19	20,56± 0,71	21,67± 0,83	20,67± 0,48	21,00± 0,83	20,33± 0,36
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	20,40± 0,87	21,00± 0,65	22,00± 0,43	21,40± 0,43	21,50± 0,43	21,70± 0,43*
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	22,20± 0,87	22,50± 0,40*	26,00± 1,06*	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	19,30± 0,32*	19,50± 0,53	21,17± 0,71	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	20,10± 0,43	20,60± 0,55	20,90± 0,32	21,10± 0,43	20,60± 0,43	20,40± 0,32
Еозинофіли						
Контроль	2,78± 0,48	2,89± 0,24	2,22± 0,24	2,33± 0,24	2,66± 0,36	2,56± 0,36
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	2,50± 0,32	2,80± 0,32	2,70± 0,22	3,10± 0,21*	2,90± 0,22	3,30± 0,11
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	1,90± 0,22	2,88± 0,53	2,33± 0,53	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	2,40± 0,32	2,63± 0,40	2,67± 0,35	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	2,20± 0,22	2,30± 0,32	2,60± 0,32	2,30± 0,21	2,80± 0,22	2,80± 0,22
Моноцити						
Контроль	4,89± 0,36	3,89± 0,24	3,22± 0,36	3,11± 0,36	3,55± 0,36	3,22± 0,36

Продовження таблиці 4.25

1	2	3	4	5	6	7
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	4,60± 0,32	3,80± 0,43	2,90± 0,32	3,60± 0,21	3,50± 0,32	3,30± 0,22
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	4,00± 0,32	3,88± 0,66	3,33± 0,35	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	4,20± 0,43	3,63± 0,53	3,50± 0,53	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	3,60± 0,43*	3,40± 0,32	3,90± 0,32	2,70± 0,32	3,10± 0,22	2,90± 0,22
Лімфоцити						
Контроль	67,89± 1,66*	70,11± 0,59	70,44± 0,71	70,88± 1,19	70,78± 0,36	72,00± 0,36
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	70,70± 1,30	70,10± 0,32	69,70± 0,43	69,30± 0,64	69,60± 0,32*	69,10± 0,54*
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	69,30± 1,30	67,50± 0,66*	65,33± 1,06*	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	72,00± 0,43*	71,38± 0,66	69,67± 1,30	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	71,00± 0,87	70,70± 0,65	69,20± 0,32	71,10± 0,43	70,70± 0,32	71,10± 0,65

Примітка. * $p < 0,05$.

ГХ (1 ГДК) на 150 та 180 добу, а (5 ГДК) - на 60 та 90 добу може вказувати на пригнічення імунної відповіді.

Визначення аутосенсibilізації організму піддослідних тварин до антигену печінки під впливом солей ПГМГ проводили методом дегрануляції тучних клітин. Результати дослідження показали, що упродовж 3-х місяців експерименту кількість дегранульованих тучних клітин у піддослідних тварин була на рівні контрольної групи. Різниця між контрольними та дослідними показниками була практично однаковою у тварин всіх груп, за відсотком кількості дегранульованих тучних клітин позитивна реакція ($> 15\%$) не виявлена (табл. 4.26).

Результати проведених досліджень стану прооксидантно-антиоксидантних процесів в організмі піддослідних тварин, які одержували з питною водою ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф на рівні 1 та 5 ГДК, та контрольної групи виявили незначні порушення перебігу інтенсивності ПОЛ і активності ферменту каталази, що може

Таблиця 4.26

**Особливості ауценсбілізації білих щурів під впливом питної води,
що містить солі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК ($M \pm m$)**

Доба спостереження	Речовина, доза	Кількість дегранульованих тучних клітин (к/д), %	Різниця між контрольним та дослідним показником, %	% дегранульованих клітин
30 діб	ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	4,50±0,67/6,20±0,54	1,70±0,10	0
	ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	4,50±0,86/5,80±0,75	1,50±0,32	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	4,30±0,54/6,70±0,65	1,80±0,10	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	4,70±0,32/5,40±0,52	1,70±0,60	0
	Контроль	5,88±1,19/7,30±1,19	1,40±0,05	0
60 діб	ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	4,50±0,67/6,20±0,54	2,10±0,21	0
	ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	3,10±0,40/5,50±0,93	2,40±0,90	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	3,75±0,26/6,00±0,79	2,20±0,80	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	3,60±0,32/5,80±0,54	2,20±0,50	0
	Контроль	3,10±0,47/5,10±0,70	2,00±0,47	0
90 діб	ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	4,00±0,43/5,70±0,75	1,70±0,50	0
	ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	3,70±0,35/4,70±0,18	2,00±0,90	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	4,00±0,88/7,00±0,88	3,00±1,00	0
	ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	3,90±0,43/6,40±0,75	2,50±0,60	0
	Контроль	3,80±0,59/6,40±1,30	2,50±0,83	0

Примітки: к – контрольна група тварин; д – дослідна група тварин.

вказувати на слабку прооксидантну активність досліджуваних солей ПГМГ (табл. 4.27).

При визначенні вмісту загального білка у сироватці крові в групі з навантаженням ПГМГ-ГХ (1 ГДК) спостерігалось достовірне його зменшення на

**Динаміка зміни активності каталази у плазмі крові щурів під впливом питної води, що містить солі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК
(мМ Н₂О₂/хв./г білка, М±m)**

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
Контроль	131,24± 18,43	136,80± 16,08	172,90± 32,33	151,24± 18,74	199,32± 20,44	186,99± 17,29
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	125,09± 17,18	135,03± 17,49	123,89± 16,41	129,09± 16,61	158,36± 12,42	165,99± 19,27
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	174,75± 19,73	169,60± 17,56	166,95± 23,61	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	163,65± 11,40	123,85± 34,20	183,93± 38,92	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	147,98± 6,76*	120,68± 19,48	138,70± 14,85	150,98± 9,76	152,33± 12,40	159,56± 10,52

Примітка. * p<0,05.

60 добу експерименту, в групі, яка отримувала ПГМГ-ГХ і ПГМГ-ГХ+Ф (5 ГДК), незначне достовірне зменшення білка спостерігалось на 30 добу. В групах із навантаженням ПГМГ-ГХ+Ф (1 ГДК) значущих змін не відбувалося до кінця експерименту (табл. 4.28). Встановлені зміни можуть вказувати на пригнічення синтезу білка в печінці або на його втрату внаслідок порушення функції нирок.

Протягом всього експерименту досліджувався вміст глюкози у сироватці крові дослідних і контрольних тварин. В групі тварин, що отримували питну воду з ПГМГ-ГХ+Ф (5 ГДК), було помічено збільшення концентрації глюкози в плазмі крові на 90 добу, в групі тварин з меншим навантаженням ПГМГ-ГХ+Ф (1 ГДК) зростання вмісту глюкози відбулося на 60 добу. В групі тварин із навантаженням ПГМГ-ГХ (1 ГДК) достовірне зростання рівня глюкози помічено на 30 та 120 добу (табл. 4.29). За даними клінічних спостережень збільшення концентрації глюкози в

Динаміка вмісту загального білка у плазмі крові білих щурів під впливом питної води, що містить молі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК (ммоль/л, $M \pm m$)

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
Контроль	4,04± 0,19	3,18± 0,06	4,36± 0,40	4,04± 0,19	4,18± 0,20	4,34± 0,20
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	4,14± 0,12	3,66± 0,16*	4,48± 0,38	4,14± 0,12	3,95± 0,23	4,24± 0,05
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	3,34± 0,09*	2,64± 0,27	3,42± 0,18	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	3,98± 0,13	3,84± 0,32	3,73± 0,70	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	3,36± 0,09*	3,74± 0,25	3,42± 0,18	3,36± 0,09	4,20± 0,18	4,70± 0,28

Примітка. * $p < 0,05$.

крові може бути ознакою порушення вуглеводного обміну, функції печінки та підшлункової залози.

Отже, з урахуванням результатів проведених токсикологічних досліджень, встановлення значної флокулюючої дії солей ПГМГ у зазначених дозах (0,5-3,0 мг/л), які за ефектом очистки щодо гідрохімічних попередників не поступаються традиційним флокулянтам, та високої біоцидної активності щодо мікрофлори води, ці реагенти можуть бути запропоновані для використання в технології підготовки питної води з поверхневих джерел як флокулянти та заміни хлору на первинній стадії обробки природної води, що тим самим не призводитиме до утворення канцерогенних ХОС [461, 462].

Динаміка вмісту глюкози в плазмі крові білих щурів під впливом питної води, що містить солі ПГМГ на рівні 1 та 5 ГДК (ммоль/л, $M \pm m$)

Речовина, доза	Доба спостереження					
	30	60	90	120	150	180
Контроль	5,44± 0,13	4,54± 0,10	4,80± 0,18	5,44± 0,13	5,61± 0,19	5,64± 0,08
ПГМГ-ГХ, 1 ГДК	5,86± 0,15*	5,14± 0,31	5,14± 0,16	5,86± 0,15	5,74± 0,28	5,12± 0,27
ПГМГ-ГХ, 5 ГДК	4,82± 0,29	4,20± 0,45	4,77± 0,21	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 1 ГДК	4,74± 0,32	5,16± 0,12*	5,27± 0,25	–	–	–
ПГМГ-ГХ+Ф, 5 ГДК	4,84± 0,34	5,46± 0,42	5,84± 0,05*	5,04± 0,16	5,96± 0,29	4,46± 0,56

Примітка. * $p < 0,05$.

4.3.3. Оцінка впровадження реагентів на основі солей ПГМГ на водопровідних станціях. Метою технологічної обробки питних вод повинно бути досягнення якості питної води, що відповідає гігієнічним вимогам, за допомогою мінімальної кількості реагентів. Виявлено [463], що на водопровідній станції м. Новоград-Волинський Житомирської області використовують 2 набори (складаються з 3-х та 4-х) реагентів (дозуються 3 та 5 разів відповідно) на окремих майданчиках водоочисних споруд, кожний з яких має свій водозабір (береговий, заглиблений та русловий). До складу очисних споруд першого майданчика (потужність – 8000 м³/добу) входять: відстійники вертикальні, швидкі фільтри, РЧВ (рис. 4.4).

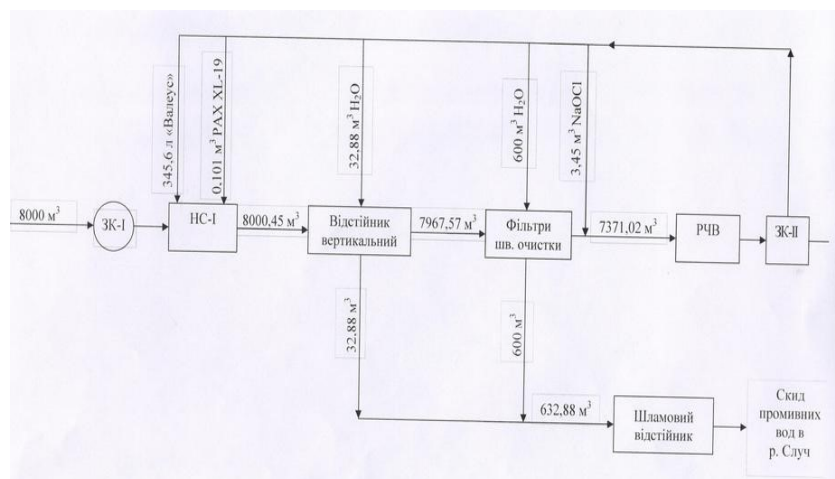


Рис. 4.4 – Технологічна схема підготовки питної води на водопровідному майданчику 1.

Другий майданчик має аналогічну схему водопідготовки, його відмінність від майданчика 1 лише у продуктивності водопровідної системи (2000 м³/добу). Сира вода з першого водозабору після обробки коагулянтном PAX XL-19 надходить до вертикальних відстійників, після яких подається на швидкі фільтри з цеолітом. Вода на очисних спорудах другого майданчика проходить таку саму обробку, однак замість цеоліту в швидких фільтрах використовуються інші засипки: пісок (0,5-1,2 мм) та гравій (2-32 мм). До складу очисних споруд третього майданчика (потужність – 8000 м³/добу) входять: барабанний фільтр, змішувач 2-камерний з механічним перемішуванням, відстійник горизонтальний, швидкі фільтри, РЧВ (рис. 4.5).

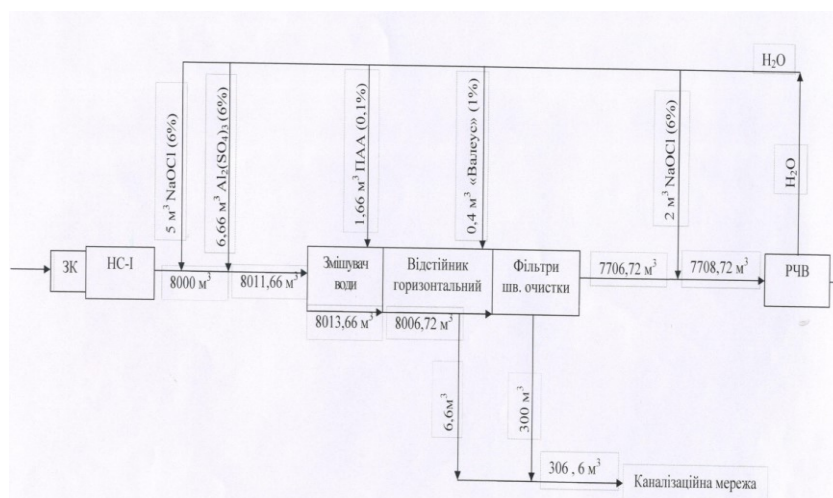


Рис. 4.5 – Технологічна схема підготовки питної води на водопровідному майданчику 3.

Вихідна вода проходить первинне хлорування гіпохлоритом натрію перед барабанним фільтром, після якого у воду вводиться 5-6 % розчин коагулянту (сульфату алюмінію). Далі вода подається в змішувач, у другу камеру якого за допомогою насоса-дозатора подається 0,1% розчин флокулянту (поліакриламід «Суперфлок А-150»). Оброблена реагентами вода поступає у горизонтальний відстійник та на швидкі фільтри, засипка яких складається з 3-х шарів: 1-й – гравій (16-32 мм), 2-й – пісок (0,7-1,2 мм), 3-й – активоване вугілля (1,4-2,5 мм). На кожному з трьох майданчиків очисних споруд вода перед надходженням в РЧВ знезаражується гіпохлоритом натрію, який отримується на станції за допомогою електролітичної установки, вода з РЧВ за допомогою насосів II-го підйому подається в розподільну мережу міста.

З метою поліпшення якості питної води на водопровідній станції протягом 2011-2016 рр. застосовується реагент «Валеус». Влітку перед відстійниками (на першому та другому майданчиках) та перед надходженням на фільтри у відстояну воду (на третьому майданчику) вводиться 1% розчин реагенту «Валеус» дозою 0,5 мг/л.

За даними моніторингу, що проводився у 2010-2013 рр., якість річкової води у місці водозабору водопровідної станції м. Новоград-Волинський, на якій для отримання питної води використовується вода р. Случ, мала такі особливості (табл. 4.29). Упродовж усіх сезонів року, особливо у весняно-літній період, вода, навіть за усередненими даними, мала високу каламутність та кольоровість, а також ПО. У воді постійно реєструються підвищені рівні показників ХСК та БСК₅, що свідчить про техногенне та антропогенне навантаження на водойму. Періодично у воді підвищуються жорсткість, залізо та марганець (особливо влітку). У весняний паводок та влітку значно погіршуються мікробіологічні показники води. Загалом за ступенем забруднення вода з річки відповідає 2-3 класам якості за ДСТУ 4808:2007 [91].

Очищення такої річкової води до вимог питної потребує під час використання

**Якість річкової води у місцях водозаборів питного водопроводу
м. Новоград-Волинський Житомирської області**

Показник	Одиниця виміру	Вміст		
		min	max	med
Запах	бали	1	4	1
Каламутність	мг/л	3	20	9
Забарвленість	градуси	30	140	50
Завислі речовини	мг/л	4	20	9,5
ПО	мг/л	7,5	11,0	9,0
ХСК	мг/л	7	20	15
БСК ₅	мг/л	0,6	5,8	2,5
Розчинений кисень	мг/л	8	12	10
Амоній	мг/л	0,4	2,0	0,5
Загальна жорсткість	ммоль/л	3	9	5
Загальне залізо	мг/л	0,2	1,2	0,4
Марганець (поверхневий шар)	мг/л	0,01	0,50	0,12
Марганець (на глибині 2,5 м)	мг/л	0,03	2,80	0,20
Загальні коліформи	КУО/100 см ³	6800	240000	70000

традиційної технології водопідготовки, що застосовується на водопровідній станції, найефективніших коагулянтів, флокулянтів (або їх комбінацій) та знезаражувальних засобів. Зокрема, замість традиційного флокулянта – поліакриламід – на першому та другому майданчиках водоочисних споруд використано ефективніший полімерний флокулянт «Валеус», а на третьому майданчику – навіть два флокулянти: поліакриламід ТМ «Суперфлок А-150» та «Валеус». Потрібно також відзначити і те, що на першому та другому майданчиках первинне хлорування води

не проводиться, а флокулянт «Валеус» комбінується з ефективнішим, ніж традиційний сульфат алюмінію, коагулянтом PAX XL-19.

Найскладніша технологія використовується на третьому майданчику: первинне хлорування гіпохлоритом натрію, потім коагуляція сульфатом алюмінію та подвійна флокуляція (поліакриламід та «Валеус»). На завершальному етапі водопідготовки на усіх майданчиках водоочисних споруд для знезараження води перед РЧВ використовується електролітичний гіпохлорит натрію. Дані щодо реагентів та їх доз, що використовуються на водопровідній станції, наведені в табл. 4.30.

Таблиця 4.30

**Реагенти, що використовуються для очищення питної води,
їх дози та основні діючі речовини**

Реагент	Доза, мг/л	Основна діюча речовина		
		назва	клас небезпеки*	норматив, мг/л
Коагулянт PAX XL-19	15-50	алюміній	2	≤ 0,5
Сульфат алюмінію	20-60	алюміній	2	≤ 0,5
Поліакриламід ТМ «Суперфлок А-150»	0,2-1,0	поліакрил-амід	2	≤ 2,0
Реагент «Валеус»	≤ 0,5	ПГМГ	3	≤ 0,1
Гіпохлорит натрію	2-10 за активним хлором	хлор активний вільний	3	0,3-0,5

Примітка. * згідно з СанПіН 4630-88 [457], а для реагенту «Валеус» – згідно з постановою Головного державного санітарного лікаря України від 17.03.06 р. № 10 (органолептична ознака шкідливості).

У процесі очищення вихідної води за зазначеними технологічними схемами на майданчиках 1-3 та застосованими тут реагентами отримані результати, з яких впливає таке (табл. 4.31).

Якість питної води з майданчиків очисних споруд водопроводу**м. Новоград-Волинський**

Показник, одиниця виміру	Майданчик			Норматив
	1	2	3	
Каламутність, мг/л	0,58	0,58	0,58	≤ 0,58
Забарвленість, град.	10	15	8-10	≤ 20
Водневий показник, одиниці рН	7,7-7,8	7,8	7,5-7,6	6,5-8,5
Амоній, мг/л	0,05	0,06	0,04-0,05	≤ 0,50
Хлориди, мг/л	28	28	22-24	≤ 250
Сульфати, мг/л	28-40	29	60-65	≤ 250
Фториди, мг/л	0,19-0,2	0,2	0,19-0,2	≤ 1,5
Сухий залишок, мг/л	355-380	380	350-375	≤ 1000
Нітрити, мг/л	0,003	0,003	0,003	≤ 0,100
Нітрати, мг/л	3,2-7,5	8,5	2,8-7,0	≤ 50,0
Загальне залізо, мг/л	0,04-0,05	0,06	0,04-0,05	≤ 0,20
Марганець, мг/л	0,03	0,04	0,03-0,04	≤ 0,05
Загальна жорсткість, ммоль/л	5,0-5,5	5,6	5,2-5,3	≤ 7,0
Алюміній, мг/л	0,04-0,045	0,045	0,12-0,15	≤ 0,5
ПГМГ, мг/л	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤ 0,10
Хлор залишковий вільний, мг/л	0,4	0,4	0,4	0,3-0,5
Загальне мікробне число, КУО/мл	2-4	3-5	1-3	≤ 100

На усіх трьох майданчиках, що мають практично однакий набір споруд, якість питних вод відповідає гігієнічним вимогам. Водночас звертає на себе увагу той факт, що на перших двох майданчиках, де у технології водоочистки використовується два реагенти (флокулянт «Валеус» і коагулянт РАХ ХЛ-19) та гіпохлорит натрію для вторинного хлорування, досягається така ж ефективність очистки води, як і на третьому майданчику, де використовуються три реагенти

(сульфат алюмінію, поліакриламід ТМ «Суперфлок А-150», флокулянт «Валеус») та гіпохлорит натрію для первинного та вторинного хлорування.

У 2017 р. на першому майданчику водопровідної станції відмовилися від використання (використовували від червня до жовтня місяця, всього 153 доби на рік) реагенту «Валеус», при цьому фактична середня доза коагулянту за рік збільшилася від 21,1 мг/л до 30,0 мг/л, хоча якість вихідної води була подібна.

Випробовували реагент «Валеус» у технологічному процесі знезараження і очищення питної води на водопровідній станції КП «Житомирводоканал» із двоступеневою (відстійники та швидкі фільтри) та одноступеневою (із освітлювачами) схемою очищення. Проектна потужність очисних споруд – 102000 м³/добу. Застосовували реагент «Валеус» цілий рік у ролі флокулянта, вводили перед блоком контактних освітлювачів через обладнання для застосування флокулянта дозою 0,3-0,4 мг/л, що дозволило знизити дозу хлору під час первинного хлорування (використану кількість хлору за рік – у 1,3 раза), а також концентрацію хлороформу у питній воді РЧВ на 26 % (табл. 4.32).

Таблиця 4.32

**Середньорічні витрати реагентів та показники якості води
до (2008 р.) та під час (2009 р.) використання реагенту «Валеус»**

Рік	Кольоровість вихідної води, град.	Використана кількість хлору, кг/місяць	Доза хлору, мг/л	Використана кількість «Валеус», кг/місяць	Хлороформ у питній воді, мкг/л
2008	45,7±5,4	33651,2±4381,6	10,8±1,5	-	117,4±22,7
2009	42,1±3,0	25751,3±2455,4	8,2±0,8	1261,0±186,1	85,5±14,8

Звідси випливає, що у разі використання солей на основі ПГМГ у ролі флокулянтів на водопровідних станціях можливо отримувати воду питної якості, при цьому відмовитися від первинного хлорування та зменшити дози хлору, коагулянту та кількість застосованих реагентів [463].

Висновки до розділу 4

1. Виявлено, що на досліджуваних водопровідних станціях, де очищують воду р. Дніпро, використовуються традиційні технології для очищення питних вод, що неспроможні довести якість питної води до чинних гігієнічних вимог за санітарно-хімічними дев'ятьма «індикаторними» показниками (серед яких найпроблемнішим є ПО) та іншими (хлороформ, дибромхлорметан, хлор, нікель, селен, феноли та нафтопродукти). Особливо гостро проблема забруднення водопровідних питних вод токсичними речовинами виникає у промислових регіонах, де порушуються вимоги до зон санітарної охорони поверхневих водозаборів, та виявляється наявність або потенційна загроза забруднення питних вод такими небезпечними речовинами: формальдегід, нафтопродукти, свинець, нікель тощо. Якість питної води з поверхневих джерел питного водопостачання у маловодних регіонах, де використовується питна вода великих водоводів та місцевих вододжерел, має суттєві відхилення від гігієнічних вимог через забруднення дніпровської води та місцевих джерел питного водопостачання.

2. Проведені дослідження дозволили обґрунтувати параметри ефективності нової сучасної водоочисної технології, за яких солонувата вода Ісаковського водосховища за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками набуває якості питної. Технологія очищення води з мінералізованого водоймища за результатами досліджень була модифікована відповідно до сучасного стану та якості води Алчевського водосховища. Удосконалення полягало у посиленні попередньої очистки води до нанофільтраційних установок та стадії завершального її знезараження (гіпохлорит натрію + УФ-випромінювання). За цих умов при додержанні оптимальних режимів роботи водоочисних споруд і доз реагентів технологічна схема забезпечувала високу і надійну якість очищеної та знезараженої води за вмістом мінеральних та органічних речовин.

3. Обґрунтовано допустиму дозу солей ПГМГ під час використання для обробки природної води на рівні 1,0-1,5 мг/л: при дозі 1,0-1,5 мг/л після 3-х годин контакту (час перебування води у відстійниках на водопровідних станціях)

залишкова концентрація реагентів у воді не перевищувала або була на рівні гігієнічного нормативу; зі збільшенням дози (від 1,5-2,0 до 6,0 мг/л) залишкова концентрація реагентів у воді, зростаючи, при усіх експозиціях (0,5; 1,0 та 3,0 год) перевищувала гігієнічний норматив. Дослідженнями на модельній системі, що відтворювала технологію підготовки питної води на водопровідній станції (відстоювання 3 години та фільтрування через піщаний фільтр), обґрунтовано можливість збільшення допустимої дози реагентів на основі солей ПГМГ у 2 рази. Встановлено пряму залежність залишкової дози реагентів від вихідної їх дози та після години контакту відсутність впливу на цей показник часу.

4. Результати гігієнічної оцінки реагентів на основі солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф) показали, що зазначені препарати за ефективністю стосовно поліпшення гідрохімічних показників не відрізняються між собою та від традиційних флокулянтів (Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C, LT-27), але, на відміну від них, проявляють антимікробну активність. Навіть при малих дозах реагентів (0,5 мг/л) та часі контакту (30 хвилин) ефект знезараження річкової води за показником колі-індексу становив – 95,0-98,1 %, при цьому найкращим виявився ПГМГ-ГХ+Ф («Валеус»). Флокулююча та знезаражувальна активності солей ПГМГ збільшуються у разі сумісного застосування з коагулянтами завдяки седиментаційним процесам.

5. Застосування у водопідготовці за традиційною технологією солей ПГМГ як коагулянтів (доза 10,0-15,0 мг/л) призводить до надходження цих речовин, особливо при дозі 15,0 мг/л, до питної води на рівнях вищих за ГДК (5 ГДК при дозі 15,0 мг/л). Під час обробки води солями ПГМГ дозою 10,0 мг/л залишкова їх концентрація у питній воді сягає 1 ГДК або трохи більше. Проте при обох зазначених дозах солей ПГМГ, які використовувалися для підготовки питної води, остання при довготривалому споживанні піддослідних тварин негативно впливала на окремі показники стану організму.

6. Уперше в країні у натурних умовах на водопровідній станції м. Новоград-Волинський досліджено ефективність використання у технології

водоочищення річкової води полімерного флокулянту «Валеус». Показано, що використання цього в ролі флокулянту у комбінації з високоефективним коагулянтом PAX XL-19 на водопровідних очисних спорудах у складі традиційної технологічної схеми водоочищення (водозабір –► реагентна обробка вихідної води (флокулянт + коагулянт) –► відстоювання, фільтрування (швидкий фільтр) –► знезараження (гіпохлорит натрію) –► РЧВ –► водопровідна мережа) забезпечує доведення якості вихідної води до вимог питної за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками. Комбінація у водоочистці трьох реагентів (у такій послідовності: флокулянт «Валеус», коагулянт PAX XL-19, гіпохлорит натрію) дозволяє отримати якість питної води аналогічну якості питної води, що отримана на такій же технологічній схемі водопідготовки, але з використанням чотирьох реагентів (у такій послідовності: гіпохлорит натрію, сульфат алюмінію, поліакриламід «Суперфлок А-150», флокулянт «Валеус», гіпохлорит натрію).

Матеріали розділу були висвітлені в таких публікаціях:

1. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 3 (12). С. 33-39 [456].

2. Зоріна О. В., Протас С. В. Гігієнічна оцінка якості поверхневих питних вод України за санітарно-хімічними показниками та удосконалення науково-методичних підходів до їх оцінки з урахуванням вимог європейського законодавства // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 4 (13). С. 4-11 [458].

3. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування можливості використання Дніпровського водосховища в якості джерела питного водопостачання ПАТ «Запоріжсталь» у сучасних умовах // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 10. № 1-2. С. 64-72 [459].

4. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Липовецька О. Б., Куліш Т. В., Соболев В. А. Внесок науковців ДУ «ІГЗ ім. О. М. Марзєєва НАМНУ» у вирішення

актуальних питань гігієни водопостачання та якості питної води в Україні // Довкілля та здоров'я. 2018. № 86. С. 30-38 [461].

5. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М. Основні підсумки досліджень, виконаних в рамках науково-дослідних робіт за Загальнодержавною програмою «Питна вода України» // Гігієна населених місць. 2010. Вип. 55. С. 71-80 [462].

6. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Левицька А. П. Гігієнічна оцінка використання на водопровідній станції в технології водопідготовки полімерного флокулянту «ВАЛЕУС» // Гігієна населених місць. 2014. Вип. 64. С. 97-102 [463].

РОЗДІЛ 5

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СТАНУ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД

5.1. Водопровідна питна вода

Централізоване питне водопостачання вже багато десятиліть використовується для забезпечення господарсько-питних потреб населення України. За даними Держсанепідслужби України у 2016 р. цим видом водопостачання було охоплено 99,3 % міст, 87,2 % селищ міського типу та 29,2 % сіл. Кількість водопроводів, що знаходяться під наглядом державних контролюючих органів зменшується через різні чинники (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Кількість та питома вага водопроводів, що працюють із порушеннями санітарних вимог

Рік	Кількість водопроводів		
	усього	працюють із порушеннями санітарних вимог	
		одиниць	%
2012	18771	855	4,6
2013	18455	725	3,9
2014	16967	533	3,1

Якщо порівнювати наведені у таблиці 5.1 дані з даними 1993 р. (22889 водопроводів), то можна зробити висновок щодо зменшення кількості водопроводів, що знаходяться під наглядом державних контролюючих органів, у 1,3 раза. Питома вага водопроводів, що працюють із порушеннями санітарних вимог порівняно з даними 2000-2007 рр. (4,1-6,2 %) знизилася у 2014 р. та зупинилася на рівні 3,1 %, що не суттєво нижчий за рівень 1993 р. та 1994 р. – 3,9 % та 5,9 % відповідно.

Матеріали Держсанепідслужби України за 2014 р. свідчать, що майже у всіх областях України є водопроводи, які працюють із порушеннями санітарних вимог (рис. 5.1).

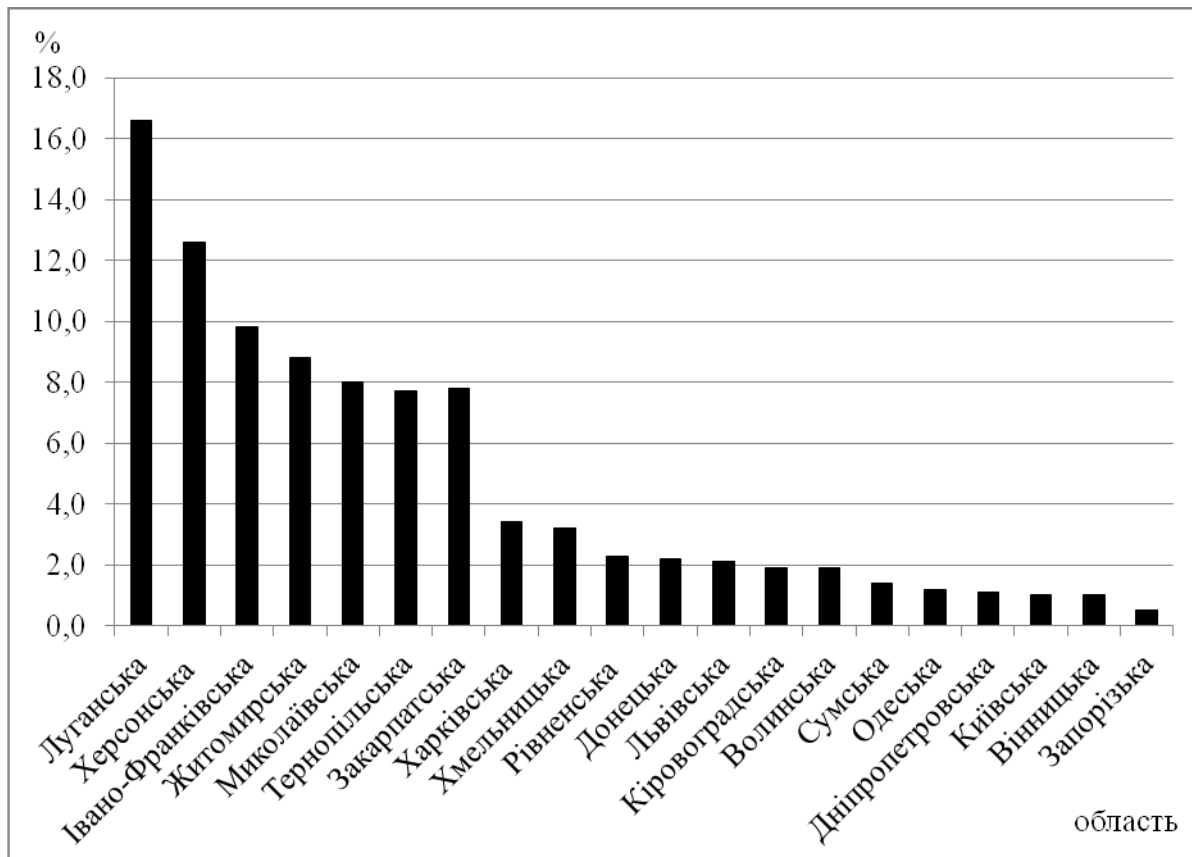


Рис. 5.1 – Питома вага водопроводів, що не відповідають санітарним нормам.

Регіони, де виявляються зазначені водопроводи частіше, ніж у середньому в країні, можливо розташувати у такий ряд: Луганська > Херсонська > Івано-Франківська > Житомирська > Миколаївська > Тернопільська > Закарпатська > Харківська > Хмельницька області.

Комунальні водопроводи, що не відповідають санітарним нормам, виявляються майже у всіх регіонах України (рис. 5.2).

Регіони, де виявляються зазначені комунальні водопроводи частіше, ніж у середньому в країні, можливо розташувати у такий ряд: Черкаська > Хмельницька > Закарпатська > Рівненська > Житомирська > Луганська > Тернопільська > Одеська > Львівська > Івано-Франківська > Донецька > Миколаївська області.

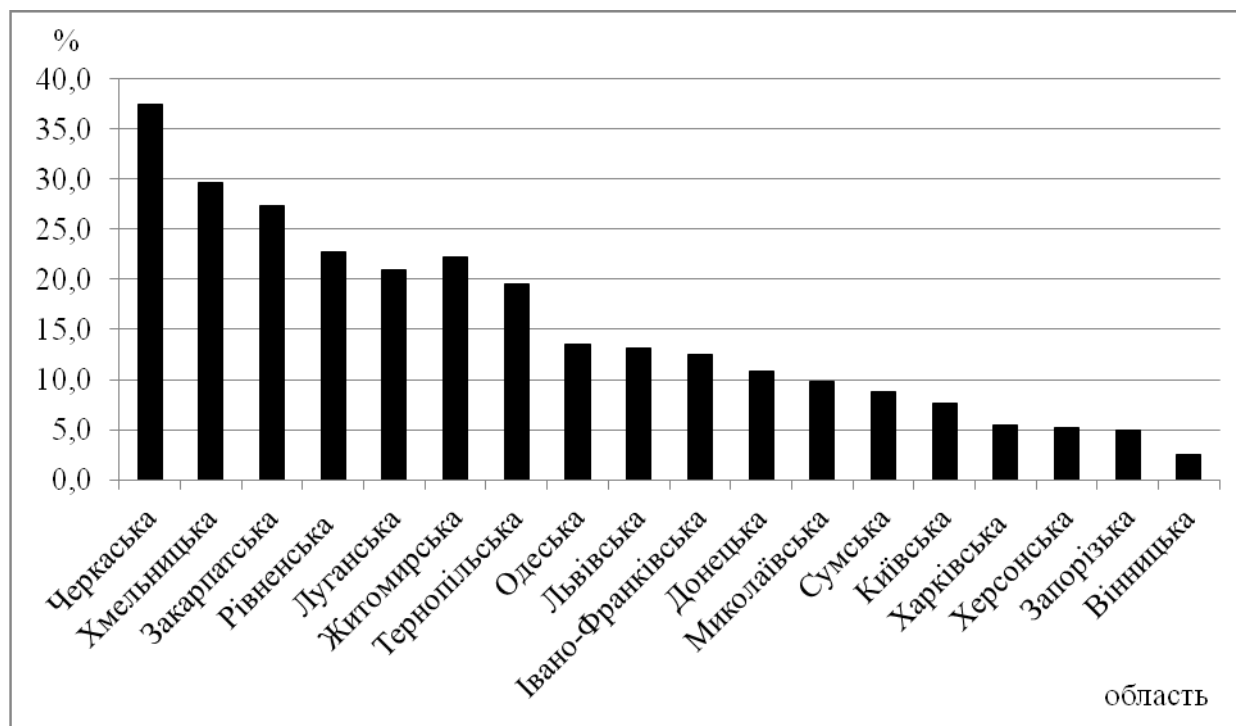


Рис. 5.2 – Питомі ваги комунальних водопроводів, що не відповідають санітарним нормам.

Серед 1646 комунальних водопроводів 8,9 % працюють із порушеннями законодавства, зазначений показник майже не змінюється десятиліттями (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

**Кількість та питома вага комунальних водопроводів,
що працюють із порушеннями санітарних норм**

Питна вода	Кількість комунальних водопроводів		
	усього	працюють із порушеннями санітарних норм	
		одиниць	%
Поверхнева	214	15	7,0
Підземна	1432	132	9,2
Всього	1646	147	8,9

Зокрема, у 1993 році серед загальної кількості комунальних водопроводів (1052) виявлялося 8,5 % таких, що працювали з порушенням санітарних норм, у 2000-2005 рр. – від 10,2 до 8,5 %, у 2006-2007 рр. – від 8,9 до 9,6 %.

Питне водопостачання України майже на 80 % забезпечується поверхневими водами. Однак, водопостачання значної частини середніх за розмірами та більшості малих міст здебільшого базується на використанні підземних вод [21]. Як можливо бачити з таблиці 5.2, кількість комунальних водопроводів, що використовують поверхневу воду для питного водопостачання у 6,7 раза менша, ніж тих, що використовують підземну. Серед загальної кількості 13 % забирають воду з поверхневих джерел, у 1993 р. 12,2 % комунальних водопроводів забирали воду з поверхневих джерел. Серед комунальних водопроводів, що не відповідають санітарним вимогам, питома вага підземних становить 89,8 %, у 2000-2007 рр. відповідний показник становив 85-91 %. Питома вага комунальних водопроводів, що працюють із порушеннями законодавства та використовують поверхневі джерела питного водопостачання, у 1,3 раза менша, ніж тих, що використовують підземні.

Відомчі водопроводи, що не відповідають санітарним нормам, виявляються майже у всіх регіонах України (рис. 5.3).

Регіони, де виявляються відомчі водопроводи, що не відповідають санітарним нормам частіше, ніж у середньому в країні, можливо розташувати у такий ряд: Луганська > Житомирська > Івано-Франківська > м. Севастополь > Волинська > Запорізька > Харківська > Закарпатська > Тернопільська > Донецька області.

За даними Держсанепідслужби України, з-поміж 4919 відомчих питних водопроводів 2,7 % працюють із порушеннями законодавства. Ситуація у 1993 р. була гіршою, серед загальної кількості (6884) виявляли 7,8 % водопроводів, що працювали із порушеннями санітарних норм. Ще у 2000–2007 рр. бачили тенденцію до зниження кількості відомчих водопроводів із відхиленнями від нормативних вимог. Зміни відбуваються, найімовірніше, через зменшення кількості відомчих водопроводів у 1,4 раза (табл. 5.3).

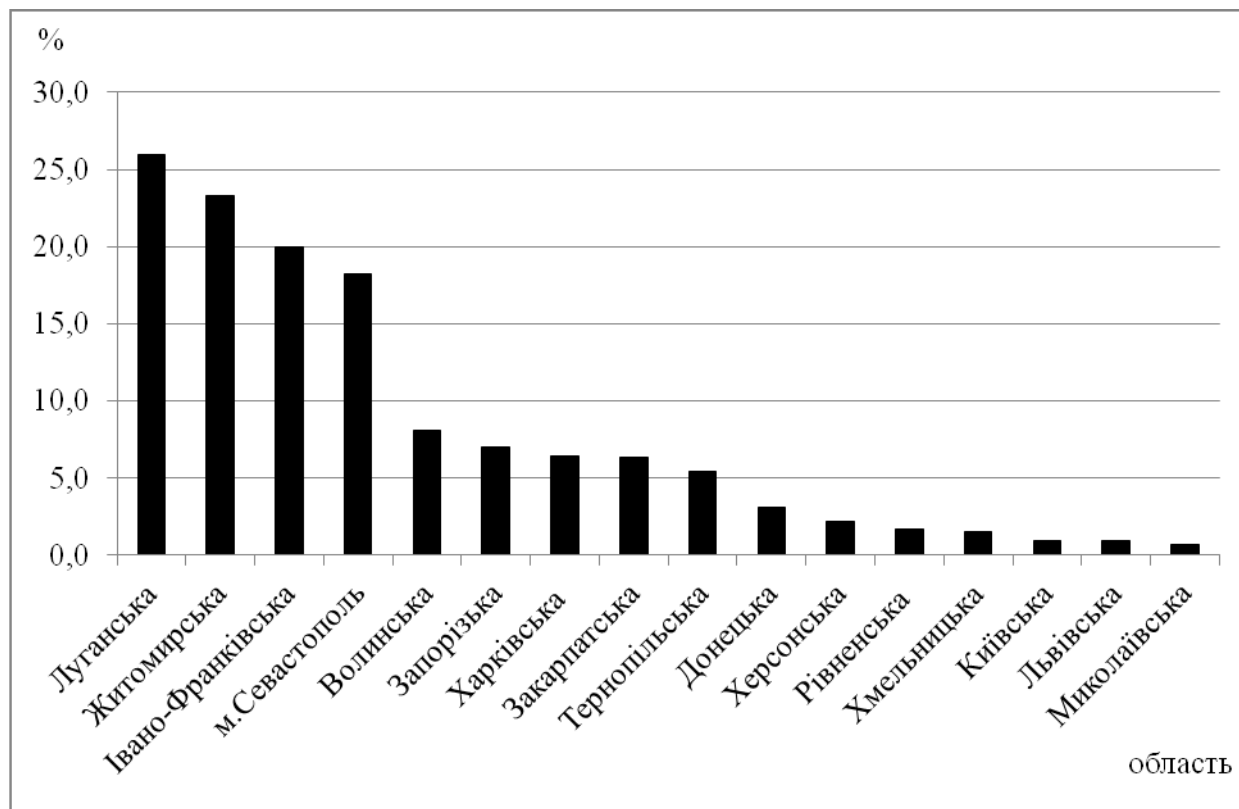


Рис. 5.3 – Питома вага відомих водопроводів, що не відповідають санітарним нормам.

Таблиця 5.3

**Кількість та питома вага відомих водопроводів,
що працюють із порушеннями санітарних норм**

Питна вода	Кількість відомих водопроводів		
	усього	працюють із порушеннями санітарних норм	
		одиниць	%
Поверхнева	55	11	20,0
Підземна	4864	122	2,5
Всього	4919	133	2,7

Наведені у таблиці 5.3 дані свідчать, що кількість відомих водопроводів, що використовують поверхневу воду для питного водопостачання у 88,4 раза менша, ніж тих, що використовують підземну. Серед відомих водопроводів, що не

відповідають санітарним вимогам, питома вага підземних становить 91,7 %, у 2000-2007 рр. відповідний показник становив 88-96 %. Питома вага відомчих водопроводів, що працюють із порушеннями законодавства та використовують поверхневі джерела питного водопостачання, у 8 разів більша, ніж тих, що використовують підземні.

Сільські водопроводи, що не відповідають санітарним нормам, виявляються майже у всіх регіонах України (рис. 5.4).

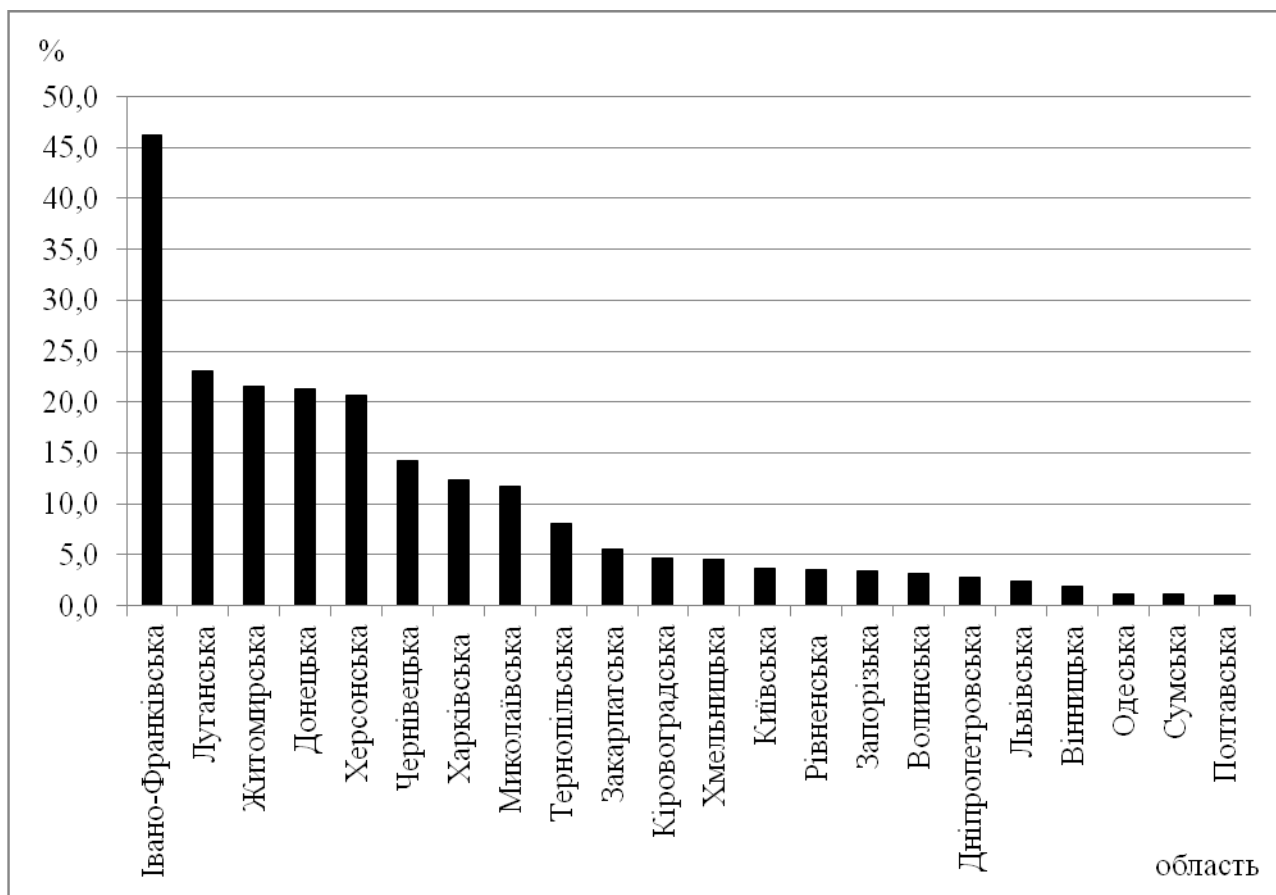


Рис. 5.4 – Питома вага сільських водопроводів, що не відповідають санітарним нормам.

Регіони, де виявляються сільські водопроводи, що не відповідають санітарним нормам частіше, ніж в середньому в країні, можливо розташувати у такий ряд: Івано-Франківська > Луганська > Житомирська > Донецька > Херсонська > Чернівецька > Харківська > Миколаївська > Тернопільська області.

Серед 7579 сільських водопроводів 7,3 % працюють із порушеннями законодавства. Ситуація у 1993 році була гіршою, серед загальної кількості (7876) виявлялося 9,2 % водопроводів, що працювали із порушеннями санітарних норм. Зокрема, упродовж 2000-2007 рр. із загальної кількості сільських водопроводів не відповідали санітарним нормам 8,5-10,5 %. Останніми роками спостерігається тенденція до зниження даного показника (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Кількість та питома вага сільських водопроводів,
що працюють із порушеннями санітарних норм**

Питна вода	Кількість сільських водопроводів		
	усього	працюють із порушеннями санітарних норм	
		одиниць	%
Поверхнева	109	9	8,3
Підземна	7470	547	7,3
Всього	7579	556	7,3

Наведені у таблиці 5.4 дані свідчать, що кількість сільських водопроводів, що використовують поверхневу воду для питного водопостачання у 68,5 раза менша, ніж тих, що використовують підземну. Серед сільських водопроводів, що не відповідають санітарним вимогам, питома вага підземних становить 98,4 %, хоча у 2000-2007 рр. відповідний показник становив 88-96 %. Питома вага сільських водопроводів, що працюють із порушеннями законодавства та використовують поверхневі джерела питного водопостачання, у 1,1 раза більша, ніж тих, що використовують підземні.

Встановлено, що велика кількість водопроводів працює з недотриманням санітарних норм, чинники такі: відсутність зон санітарної охорони (67,3 %), необхідного комплексу очисних споруд (18,2 %) та ефективного знезараження (24,4 %) (рис. 5.5).



Рис. 5.5 – Питома вага водопроводів із недотриманням санітарних норм та чинники порушень.

Значний відсоток водопроводів (більше як 30 %), що немає повного комплексу очисних споруд, у 2007 р. виявлявся у 6-ти областях: Дніпропетровській (100 %), Черкаській (100 %), Житомирській (85,5 %), Закарпатській (55,0 %), Львівській (55,0 %), Київській (48,6 %). У 2014 році у деяких областях картина змінилася, значний відсоток відповідних водопроводів виявлявся у 7 областях: Дніпропетровській (100 %), Житомирській (72,3 %), Львівській (64,7 %), Київській (45,5 %), Рівненській (40 %), Одеській (33,3 %), Донецькій (33,3 %). У 2007 році відсутність знезаражувальних установок була характерна для багатьох водопроводів Івано-Франківської (100 %), Донецької (71,2 %), Тернопільської (50 %), Житомирської (41,9 %), Луганської (41,4 %), Закарпатської (40,0 %), Одеської (33 %) областей. У 2014 році виявилось лише 4 відповідні області: Івано-Франківська (88,9 %), Черкаська (58,3 %), Тернопільська (57,1 %), Житомирська (44,7 %).

За даними 2014 р. 19 областей України експлуатують водопроводи з порушенням вимог до зон санітарної охорони (рис. 5.6).

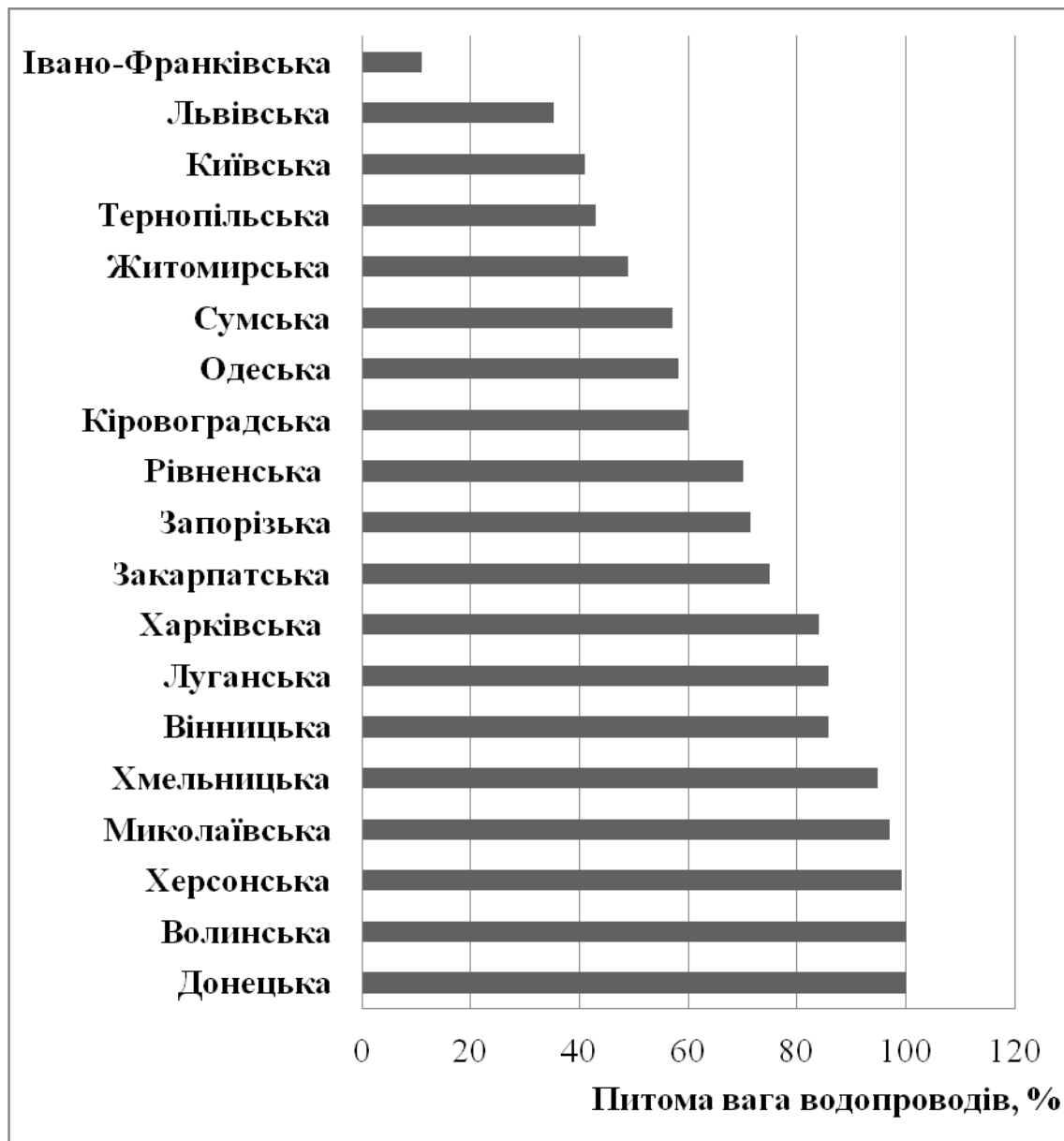


Рис. 5.6 – Питома вага водопроводів з недотриманням зон санітарної охорони у різних областях України.

Багаторічна несанкціонована забудова та відсутність в країні діючого механізму охорони водних ресурсів від забруднення та засмічення призвели до того, що велика кількість підприємств опинилася у кризовій ситуації, коли їх вододжерела та споруди не мають необхідних зон санітарної охорони.

Для комунальних, відомчих та сільських водопроводів найбільшою проблемою є відсутність зон санітарної охорони (рис. 5.7).

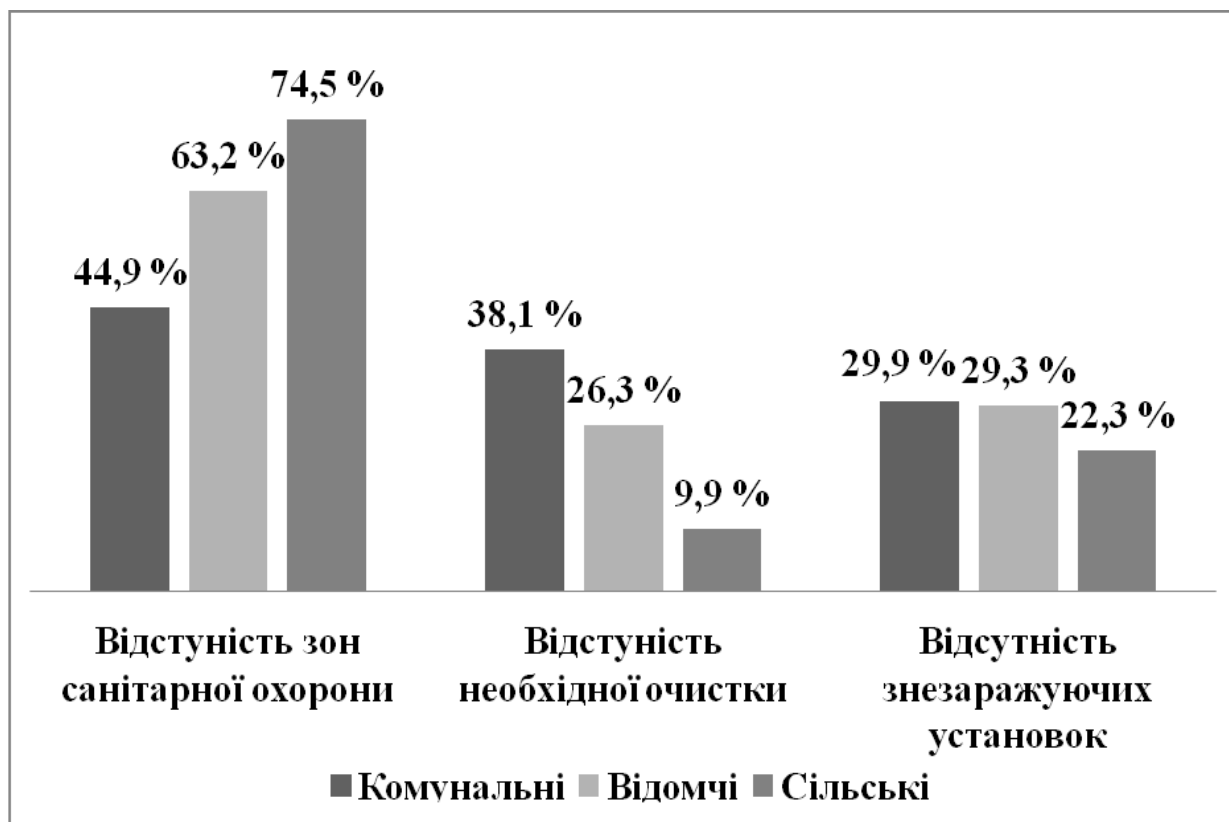


Рис. 5.7 – Питома вага комунальних, відомчих та сільських водопроводів із недотриманням санітарних норм та чинники порушень за даними 2014 р.

Встановлено, що на сьогодні, як і минулими роками, у більшості регіонів основним чинником незадовільного санітарного стану питних водопроводів є відсутність зон санітарної охорони. Якщо порівнювати дані 2014 р. та 1993 р., то можливо побачити, що упродовж 20-ти років у комунальних водопроводах стала меншою проблемою відсутність зон санітарної охорони (у 1,1 раза) та установок для знезараження (у 1,2 раза), однак більшою проблемою стала відсутність необхідного комплексу очисних споруд (у 1,3 раза), на нашу думку, через посилення гігієнічних вимог до якості питних вод. Щодо відомчих водопроводів, то також стала меншою проблемою відсутність зон санітарної охорони (у 1,1 раза) та більшою – необхідної очистки (у 1,3 раза) і установок для знезараження (у 1,6 раза) (рис. 5.8). Частота виявлення незадовільного санітарного стану сільських питних водопроводів упродовж 20-ти років збільшилася через відсутність зон санітарної охорони (у 1,1 раза), необхідної очистки (у 3 рази) та знезаражувальних установок (у 1,6 раза).

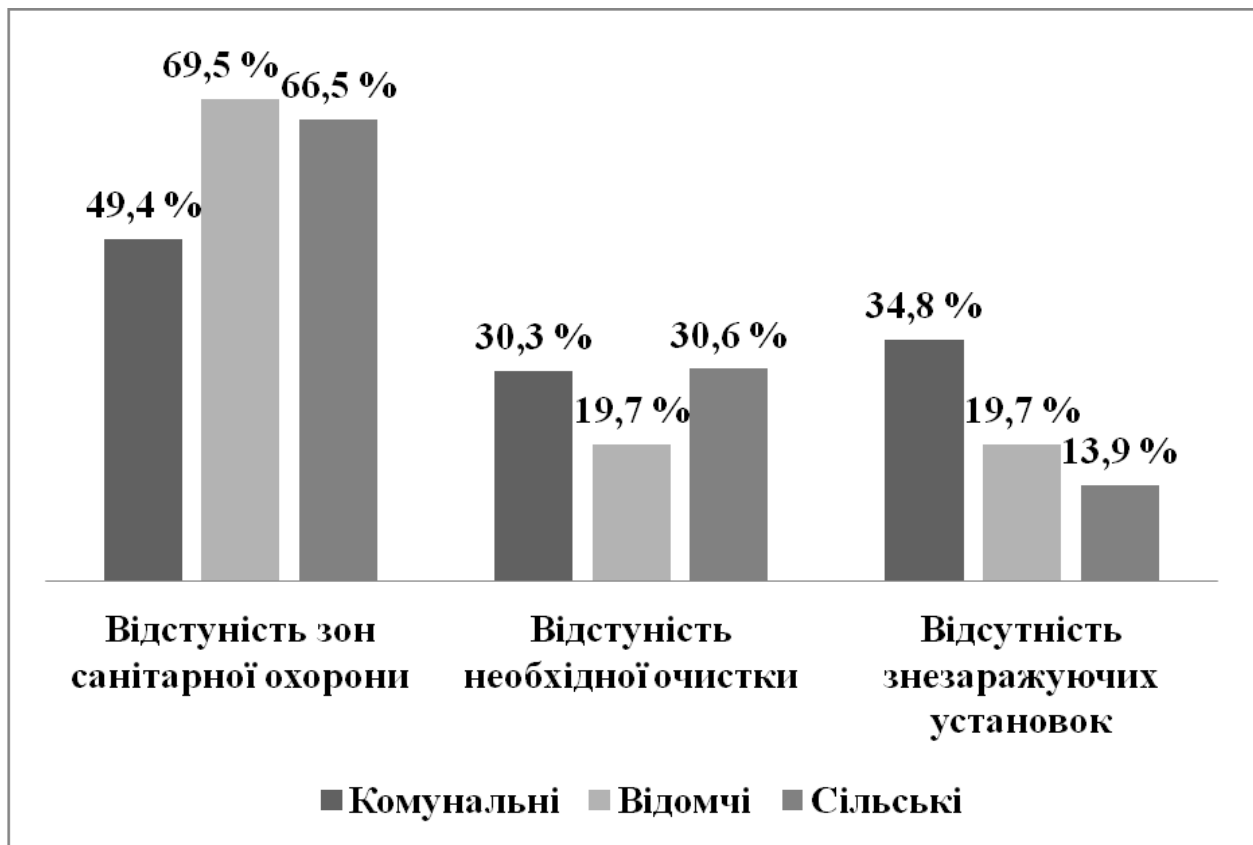


Рис. 5.8 – Питома вага водопроводів із недотриманням санітарних норм та чинники порушень за даними 1993 р.

Наслідками порушення санітарних норм у сфері питного водопостачання у багатьох випадках стає невідповідна якість питних вод. Результати проведених досліджень виявили, що якість питної води у водопровідних системах деяких населених пунктів України не відповідає гігієнічним вимогам за бактеріологічними, санітарно-хімічними та радіаційними показниками (табл. 5.5).

Невідповідна якість питної води за радіаційними показниками виявлялася у 2014 р. у підземних джерелах централізованого питного водопостачання у Запорізькій (0,6 % проб) та Кіровоградській (34,4 % проб) областях. Якщо порівнювати між собою дані 2015 та 2016 рр. (за санітарно-хімічними – 15,7 % та 18,4 %, бактеріологічними – 4,6 % та 6,4 % відповідно) з даними 1993 р. та 1994 р. (за санітарно-хімічними – 12,2 % та 13,9 %, бактеріологічними – 7,5 % та 9,2 % відповідно), то слід вказати на збільшення кількості нестандартних проб за санітарно-хімічними та зменшення за бактеріологічними показниками. У 2012 р.

Кількість та питома вага проб, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам

Показники	Кількість досліджених проб		
	всього	не відповідають гігієнічним вимогам	
		одиниць	%
2016 р.			
Санітарно-хімічні	122901	22666	18,4
Бактеріологічні	157079	10092	6,4
Радіаційні	2532	28	1,1
2014 р.			
Санітарно-хімічні	108051	14582	13,5
Бактеріологічні	141006	4758	3,4
Радіаційні	1726	27	1,6
2012 р.			
Санітарно-хімічні	175167	22585	12,9
Бактеріологічні	233158	6584	2,8
Радіаційні	3035	–	–

відповідна частота була суттєво меншою (2,8 %), але у 2016 р. вже значно збільшилася (6,4 %), що викликає занепокоєння (рис. 5.9).

На нашу думку, відповідні зміни відбулися через впровадження жорсткіших вимог до показників епідемічної безпеки у 2010 році, низьку ефективність хлору та виникнення аварійних ситуацій у мережах водопостачання та водовідведення [464].

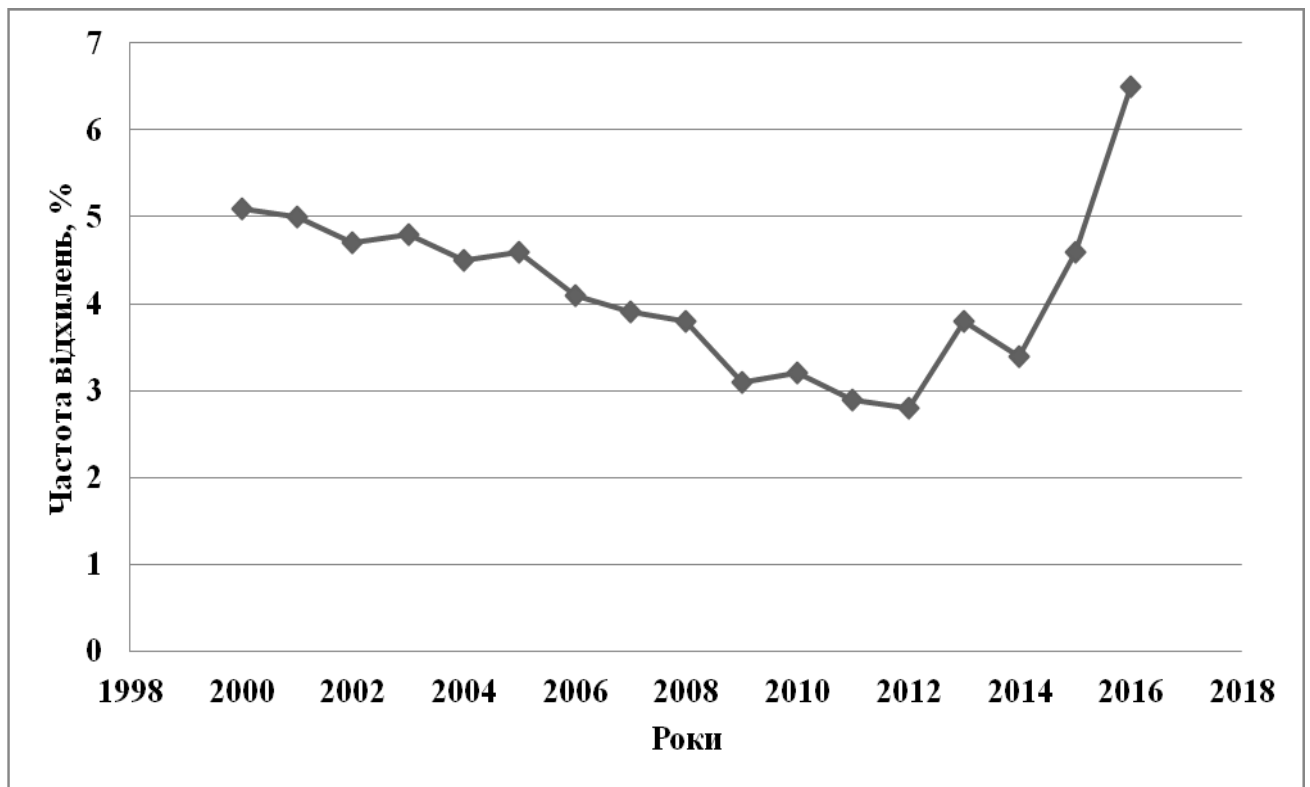


Рис. 5.9 – Динаміка частоти відхилень від гігієнічних вимог якості водопровідної питної води за бактеріологічними показниками.

До сьогодні технічний стан водопровідних мереж України залишається незадовільним. Виявлено, що питома вага трубопроводів, що потребує заміни, суттєво не змінювалася упродовж 2012-2016 рр. Якщо у 2009 р. потребувало заміни 34 % трубопроводів, у 2012 р. – 38 %, то у 2016 р. – 35,3 %, але показник зменшився, найімовірніше, завдяки зменшенню довжини водопровідних мереж у 1,4 раза (рис. 4.50).

Упродовж 2012-2016 рр. частота відхилень проб питної води від гігієнічних нормативів у водопровідних мережах за санітарно-хімічними показниками збільшилася з 12,9 до 18,4 % (рис. 5.11).

Упродовж 2000-2015 рр. частота відхилень якості питної води за санітарно-хімічними показниками суттєво не змінювалась, незважаючи на скасування у 2010 р. ГОСТ 2874-82 [37] та надання чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Однак,

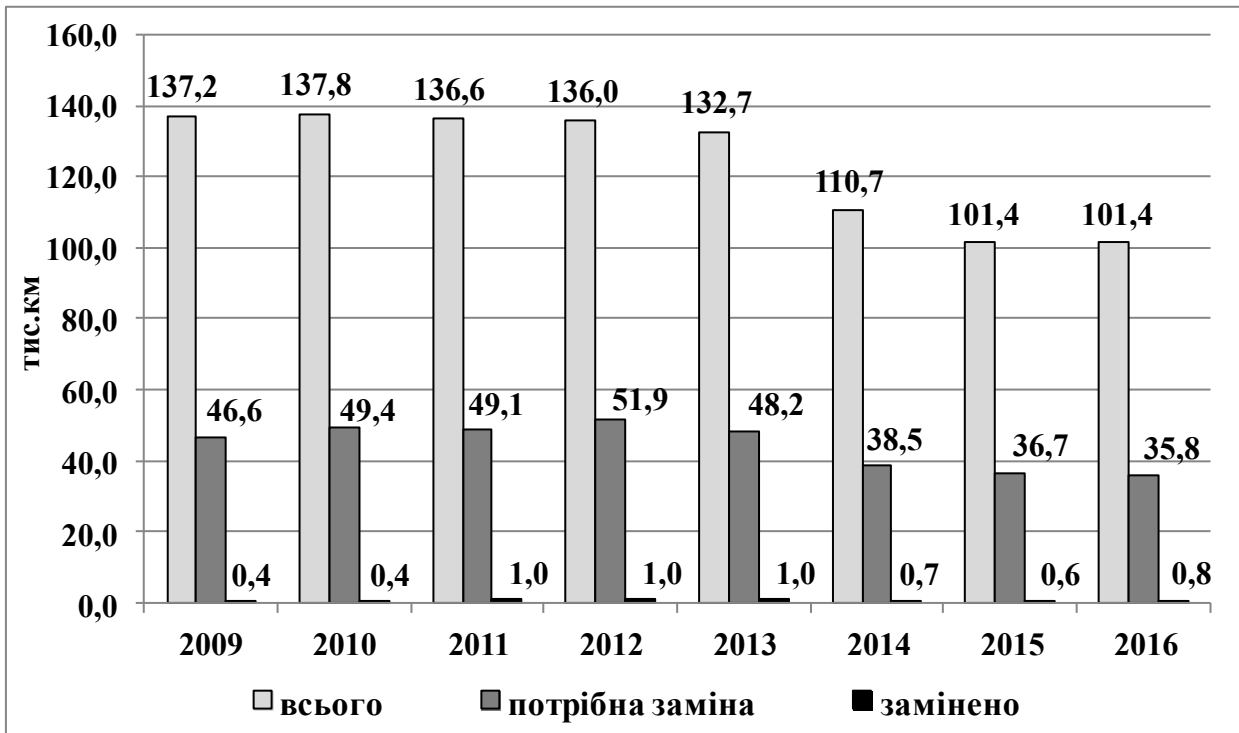


Рис. 5.10 – Довжина водопровідних мереж України.

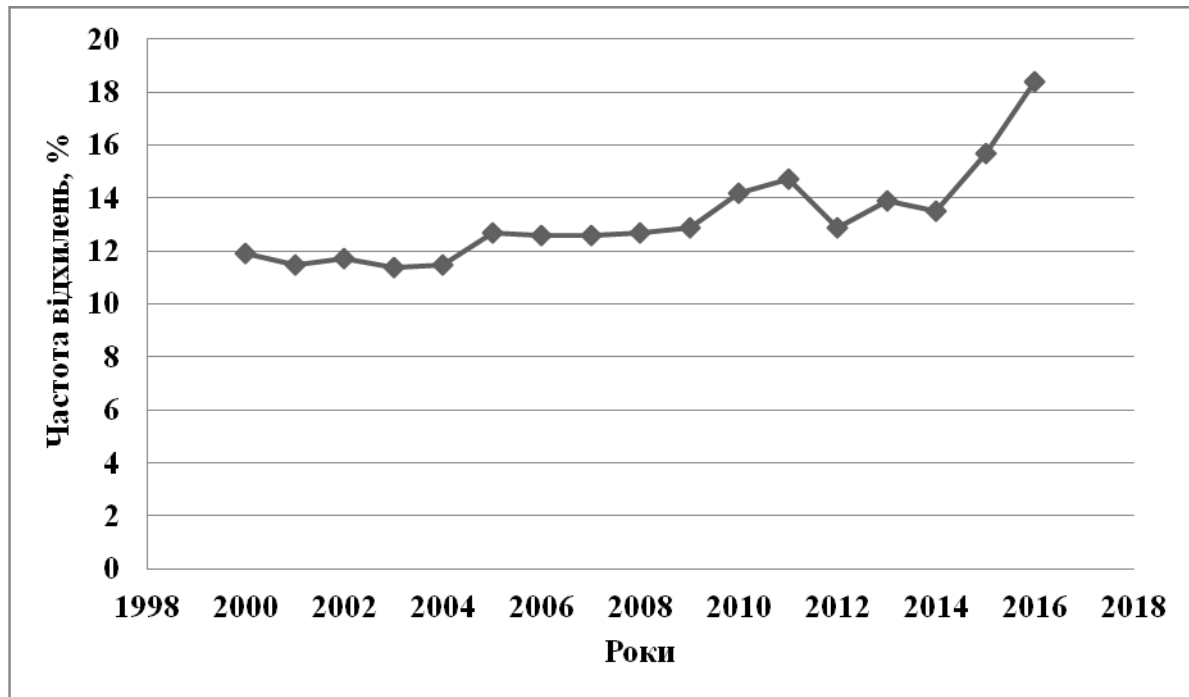


Рис. 5.11 – Динаміка частоти відхилень від гігієнічних вимог якості водопровідної питної води за санітарно-хімічними показниками.

після 2015 р. вона зростає завдяки понаднормативному вмісту показників із санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості (табл. 5.6).

**Частота відхилень проб питної води від гігієнічних нормативів
за санітарно-хімічними показниками у водопровідних мережах, %**

Показники	Роки					
	2000	2006	2012	2014	2015	2016
Органолептичні	63,1	69,9	72,6	62,5	55,8	49,5
Загальна мінералізація	28,3	25,4	27,9	30,7	25,8	24,1
Санітарно-токсикологічні	9,9	15,3	10,3	12,8	53,7	21,9
Нітрати	4,0	7,2	4,0	4,4	4,9	4,6

Зазначене можна пояснити тим, що у 2015 році набула чинності таблиця 2 додатку 2 ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], згідно з якою виробники розпочали контролювати якість питної води за вмістом таких показників, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості: кобальту, нікелю, селену, хрому загального, бенз(а)пирену, пестицидів, дибромхлорметану, хлороформу та суми ТГМ.

Як можна бачити із табл. 5.6, у 2016 р. найбільшу частоту відхилень якості водопровідної питної води від гігієнічних нормативів виявлено для органолептичних показників (49,5 %), що згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] є «індикаторними».

Понаднормативний вміст санітарно-хімічних та мікробіологічних показників у воді водопровідних мереж питного водопостачання виявляється у всіх областях України (рис. 5.12, 5.13).

Як можна бачити на рис. 5.12, 5.13, більшу за середню по країні частоту відхилень від гігієнічних нормативів проб питної води у водопровідних мережах одночасно за мікробіологічними та санітарно-хімічними показниками мали у 2012 р. – 5 областей, у 2015 р. – 3 області (Рівненська, Київська та Сумська).

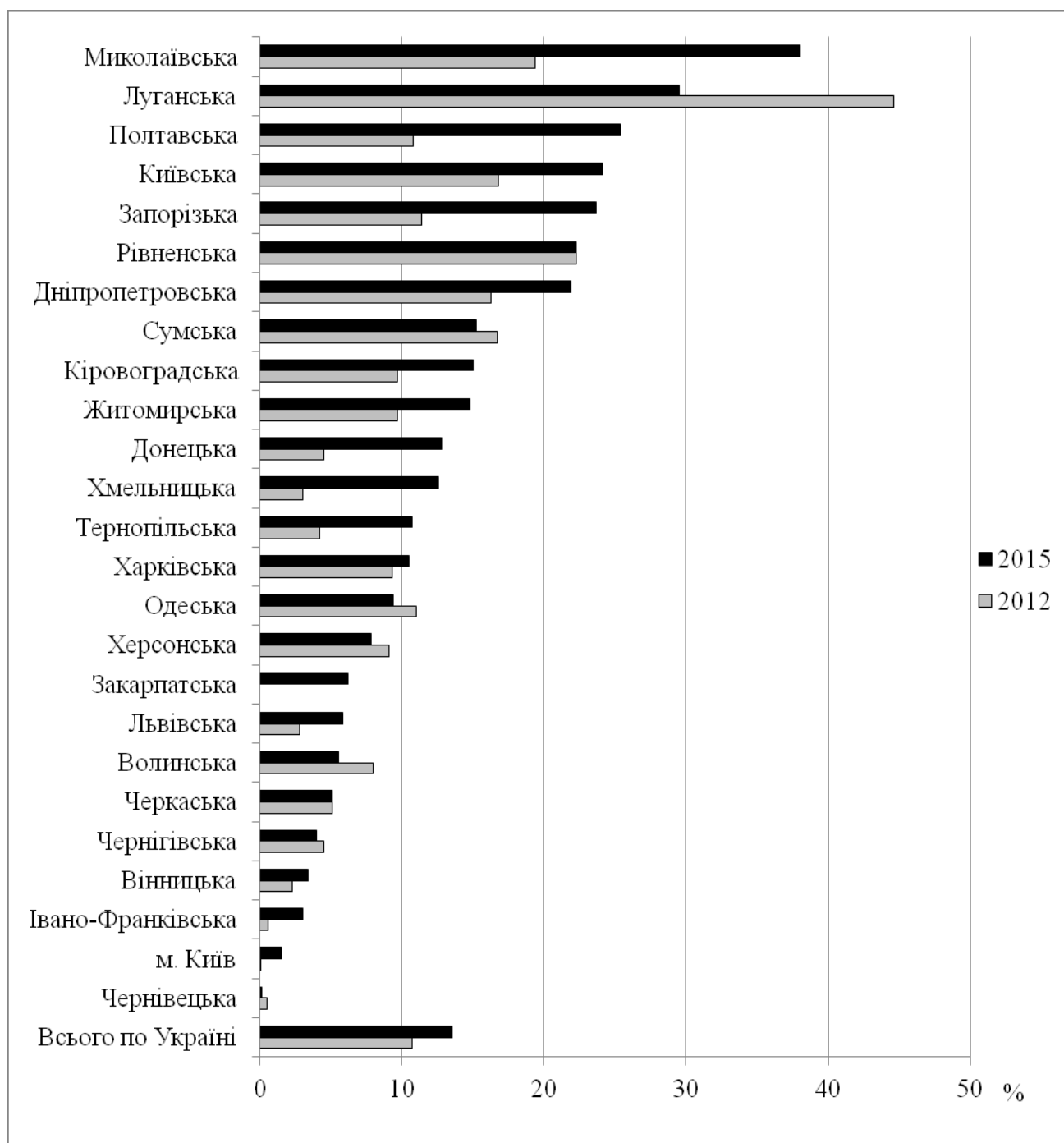


Рис. 5.12 – Частота відхилень від гігієнічних нормативів проб питної води за санітарно-хімічними показниками у водопровідних мережах різних областей України.

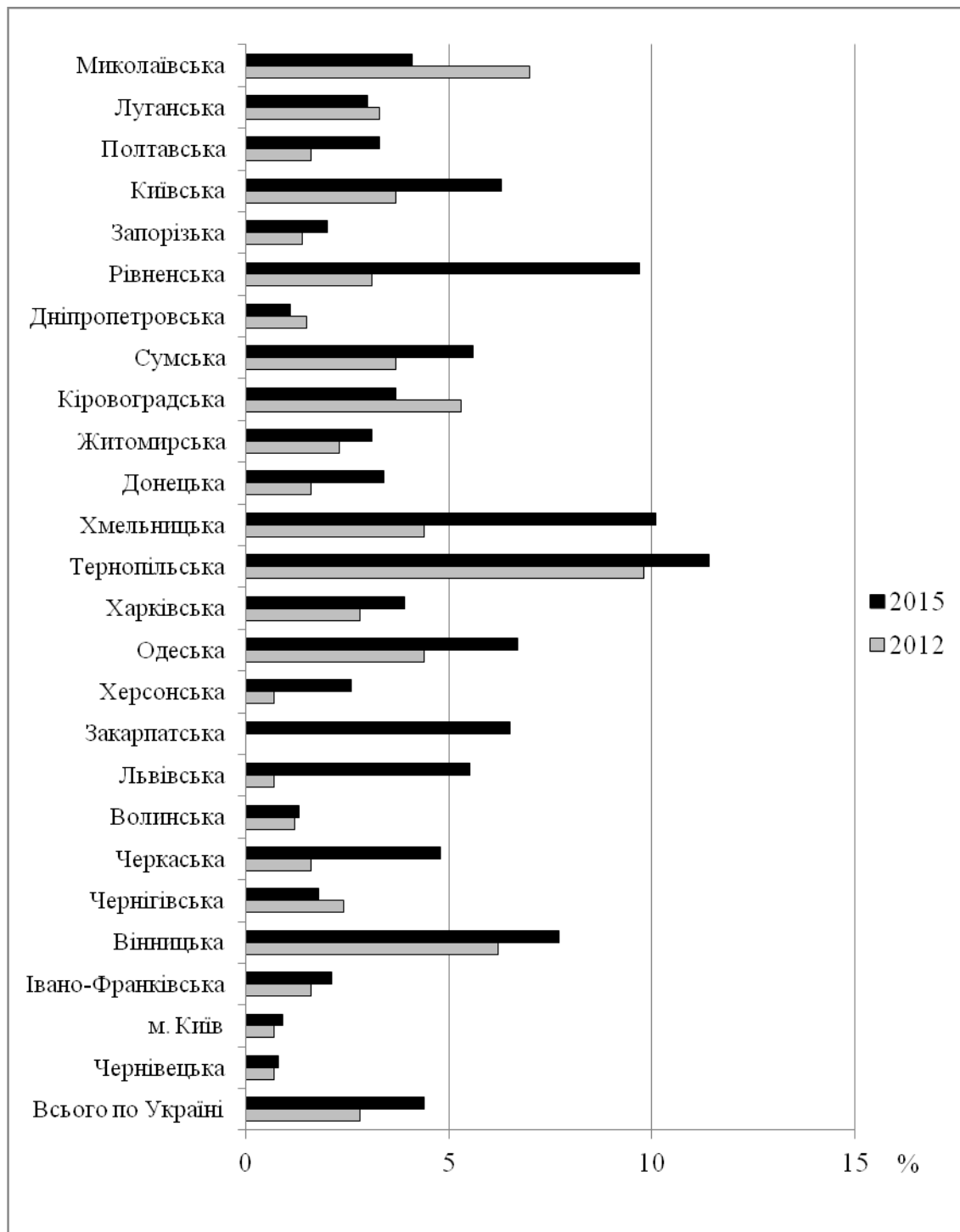


Рис. 5.13 – Частота відхилень від гігієнічних нормативів проб питної води за мікробіологічними показниками у водопровідних мережах різних областей України.

Аналіз даних проведеного моніторингу якості питної води у водопровідних мережах комунальних, відомчих та сільських водопроводів показав, що упродовж

20-ти років найпроблемнішу якість має питна вода сільських, найліпшу – комунальних водопроводів [465] (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Частота відхилень проб питної води від гігієнічних нормативів
у водопровідних мережах, %**

Показники	Рік						
	1993	1994	2000	2005	2010	2015	2016
Комунальні водопроводи							
Санітарно-хімічні	9,8	11,6	9,2	10,0	11,1	12,4	13,7
Бактеріологічні	7,2	7,3	4,0	3,4	2,3	3,1	4,3
Відомчі водопроводи							
Санітарно-хімічні	11,7	13,8	12,3	12,5	15,0	16,6	19,8
Бактеріологічні	9,3	9,0	5,4	5,2	3,6	5,0	7,0
Сільські водопроводи							
Санітарно-хімічні	19,0	18,2	15,7	17,1	18,2	22,5	25,5
Бактеріологічні	13,5	13,8	7,4	7,0	5,1	7,6	10,4

Зокрема, централізоване питне водопостачання у сільській місцевості здійснюється за допомогою внутрішнього водопроводу та каналізації або водорозбірних колонок. Більша частина сільських водопроводів побудована у 60-70-ті роки минулого століття, що на сьогодні знаходяться у незадовільному технічному стані та працюють з перебоями, часто постачаючи воду низької якості.

Як можна бачити у табл. 5.7, частота відхилень проб питних вод у водопровідних мережах від 1993 р. до 2016 р. за санітарно-хімічними показниками збільшилася у комунальних (у 1,4 раза), відомчих (у 1,7 раза), сільських (у 1,3 раза)

водопроводах, за бактеріологічними зменшилася у комунальних (у 1,7 раза), відомчих (у 1,3 раза), сільських (у 1,3 раза) водопроводах.

Складний екологічний стан водних ресурсів та недосконалі технології водоочищення на водопровідних станціях призводять до того, що у питних водах фіксується понаднормативний вміст деяких токсичних речовин. Питома вага проб водопровідних питних вод, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-токсикологічними показниками, найбільша для хлороформу та нітратів, а інші показники для вод централізованого та нецентралізованого питного водопостачання за цим показником можливо розташувати у такий ряд: кадмій, свинець, нікель, пестициди (рис. 5.14).

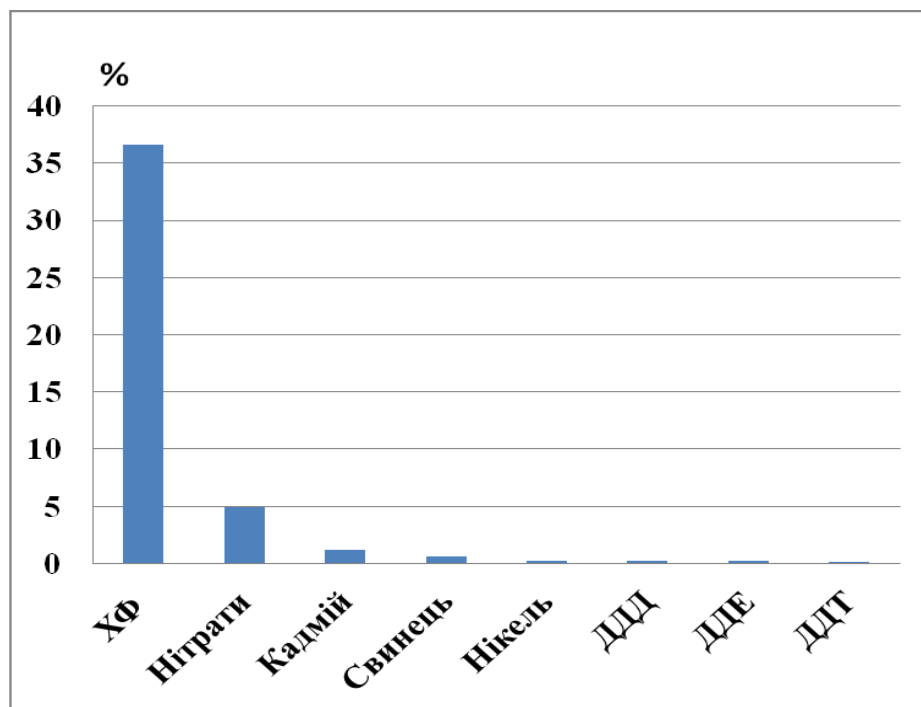


Рис. 5.14 – Питома вага проб питних вод (%), якість яких не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-токсикологічними показниками.

Зокрема, вміст пестицидів у поверхневих водах не виявлявся (табл. 5.8).

У разі використання питних вод із захищених водоносних горизонтів часто доводиться стикатися з понаднормативним вмістом мінеральних речовин природного походження [3]. За відсутності альтернативних вододжерел у населених пунктах згідно із Законом України «Про питну воду та питне водопостачання»

**Питома вага проб питних та поверхневих вод (%),
якість яких не відповідала гігієнічним вимогам (2015 р.)**

Показник	Питна вода		Поверхнева вода	
	всього проб	питома вага, %	всього проб	питома вага, %
Полярнографічний метод визначення				
Свинець	2284	0,4	–	–
Інші	1094	–	380	1,1
Всього	8900	0,1	5912	0,07
Газовохроматографічний метод визначення				
Хлороформ	3353	36,6	245	–
ДДД	1233	0,2	936	–
ДДЕ	1267	0,2	999	–
ДДТ	1564	0,1	1187	–
Інші	378	2,9	1217	–
Всього	14567	8,5	12789	–
Атомно-абсорційний, фотометричний методи визначення				
Залізо*	2275	5,5	1089	2,3
Кадмій	2083	1,2	1266	1,4
Марганець*	2626	2,1	1127	2,5
Мідь	3030	0,4	1732	–
Нікель	1354	0,2	1336	–
Свинець	2447	0,8	1617	0,4
Цинк	2516	0,2	3028	–
Інші	2002	1,6	406	19,0
Всього	20815	1,3	11998	1,3

Примітка. * «індикаторні» показники згідно з Директивою 98/83/ЄС [36].

(№ 2918 - III від 10. 01. 2002 р.) до 2011 р. дозволялося тимчасово використовувати некондиційні підземні води для питного водопостачання за умов планування та впровадження заходів, спрямованих на поліпшення якості води і доведення його до вимог питної. Але, на жаль, фінансування таких заходів у країні вкрай невідповідне, на сьогодні відповідні дозволи не видаються, а водопровідна вода з підземних джерел понаднормативної якості продовжує постачатися населенню.

Результати виробничого контролю водоканалів з 20-ти областей України, АР Крим та м. Севастополь щодо якості відповідних некондиційних водопровідних питних вод із підземних вододжерел свідчать про понаднормативний вміст у воді окремих хімічних речовин, які, переважно, впливають на органолептичні властивості води [466].

За результатами досліджень встановлено, що відхилення від гігієнічних нормативів мають дев'ять санітарно-хімічних показників [264]: загальна жорсткість, сухий залишок, сульфати, хлориди, загальне залізо, марганець, амоній, нітрати, фториди (табл. 5.9).

Як можна бачити із таблиці 5.9, виявлені показники за величиною перевищення їх максимального рівня гігієнічного нормативу [38] можливо розташувати у такий ряд [466]: хлориди (у 4,4 раза) > загальне залізо (у жорсткість (у 3,5 раза) > амоній (у 3 рази) > сульфати (у 2,7 раза) > сухий залишок (у 2,6 раза) > марганець (у 2 рази); а за кількістю областей, де вони були визначені у понаднормативних кількостях у такий: загальне залізо (16), загальна жорсткість (16) > сухий залишок (12) > нітрати (9), хлориди (9) > сульфати (7) > марганець (6) > фториди (5) > аміак (1). Області, де виявлено понаднормативний вміст фторидів, розташовано у II та III кліматичних зонах (по 3 області у кожній зоні).

Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, 2 показники (нітрати та фториди) мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457] та належать до переліку показників, перевищення нормативів для яких згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] не дозволяється, а переважна більшість (7) належить до «індикаторних» показників, однак їх рівень здебільшого значно перевищує той, що гарантує безпечне споживання згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. У підземних

**Перелік показників якості, що мають понаднормативний вміст
у водопровідних питних водах з підземних вододжерел**

Показник	Одиниця виміру	Максимальний вміст	Норматив		Величина перевищення ГДК, рази
			Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10 (max)	
«індикаторні» згідно з Директивою 98/83/ЄС					
Загальна жорсткість	ммоль/л	35,0	–	10,0	3,5
Сухий залишок	мг/л	3840	–	1500	2,6
Сульфати	мг/л	1347,0	250	500	2,7
Хлориди	мг/л	1521,0	250	350	4,4
Залізо загальне	мг/л	3,9	0,2	1,0	3,9
Марганець	мг/л	1,0	0,05	0,5	2,0
Амоній	мг/л	7,8	0,5	2,6	3,0
обов'язкові згідно з Директивою 98/83/ЄС					
Нітрати	мг/л	180,0	50,0	50,0	3,6
Фториди	мг/л	5,5	1,5	II* ≤ 1,5	3,7
				III* ≤ 1,2	4,6

Примітка. * кліматична зона згідно з ДБН 360-92.

водах у понаднормативних кількостях виявляються насамперед одночасно декілька показників, що ускладнює оцінку якості питної води за «індикаторними» показниками. Зазначені показники перевищують гігієнічні нормативи у 2,0-4,6 разів. Встановлено, що у понаднормативних концентраціях фториди та/або нітрати виявляються у комбінаціях разом з іншими вказаними вище забруднювачами.

Області, де у питних водах було виявлено нітрати – Донецька, Одеська, Черкаська, Дніпропетровська, Закарпатська, Луганська, Херсонська, м. Севастополь, АР Крим; фториди – Донецька, Одеська, Черкаська, Полтавська, Чернігівська. Забруднення підземних вод мінеральними речовинами обумовлено здебільшого геохімічними обставинами їх формування та виявляються майже у всіх областях України не одне десятиліття [3].

Отже, до чинників невідповідної якості водопровідних питних вод належать: природні умови формування вихідних вод, відсутність зон санітарної охорони, ефективного очищення та знезараження питних вод, аварійний стан, зношеність та незадовільний санітарний стан споруд і мереж, а також нецілодобове водопостачання у багатьох регіонах України (рис. 5.15).

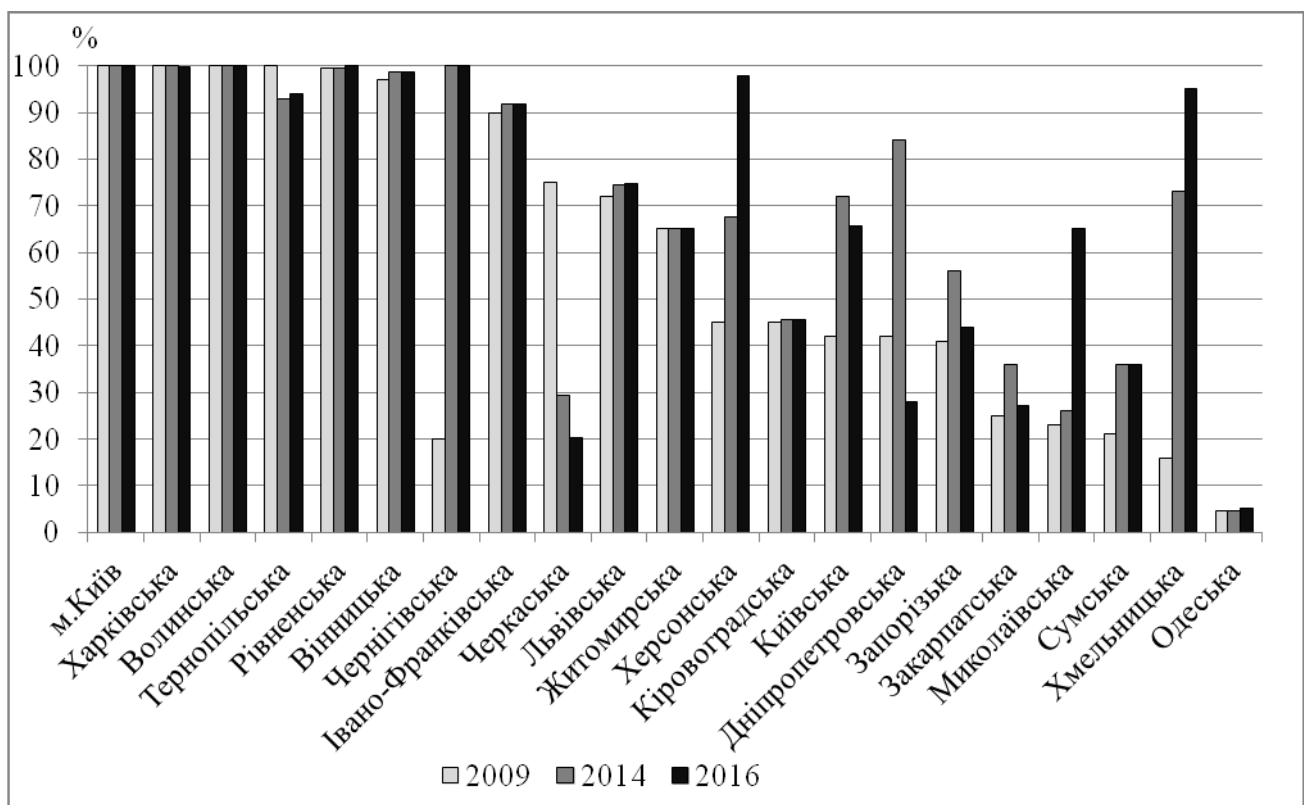


Рис. 5.15 – Забезпечення цілодобового водопостачання населених пунктів різних областей України.

Як можна бачити на рис. 5.15, за даними державного моніторингу 2016 р. серед 21 області тільки три (Рівненська, Волинська та Чернігівська) та м. Київ

мають цілодобове водопостачання. Менше ніж на 50 % забезпеченості водопровідною питною водою виявлено у таких областях: Одеська (5,2 %), Черкаська (20,4 %), Закарпатська (27,1 %), Дніпропетровська (28 %), Сумська (35,9 %), Запорізька (44 %), Кіровоградська (45,5 %). Упродовж 2014-2016 рр. виявлено погіршення ситуації в областях, що можливо розташувати за цим показником у такий ряд: Дніпропетровська (на 56 %) > Запорізька (на 12 %) > Черкаська (на 8,9 %) та Закарпатська (на 8,9 %) > Київська (на 6,1 %); поліпшення відповідної ситуації виявлено у таких областях: Миколаївська (на 39 %), Херсонська (на 30,5 %), Хмельницька (на 21,8 %), Тернопільська (на 1 %), Одеська (на 0,5 %), Рівненська (на 0,4 %) та Львівська (на 0,2 %).

Отже, основною гігієнічною, науково-технічною та соціальною проблемою із забезпечення населення якісною питною водою є відсутність зон санітарної охорони, застосування застарілих підходів з обробки природної води, зокрема, низьке впровадження інноваційних технологій водоочищення на фоні інтенсивного хімічного та бактеріального забруднення джерел питного водопостачання. Ситуація з централізованим питним водопостачанням та якістю питної води, як в окремих регіонах, так і загалом в Україні потребує прийняття екстрених заходів щодо її покращення. На сьогодні одним із шляхів вирішення зазначеної проблеми є обмежене використання водопровідної питної води, що несе небезпеку для здоров'я споживачів, впровадження нових та модернізація застарілих технологій водоочищення, встановлення систем доочищення колективного або індивідуального призначення, використання альтернативних джерел питного водопостачання та постачання привізних питних вод.

5.2. Питна вода нецентралізованого водопостачання (колодязів, каптажів джерел, свердловин, бюветів та привізних питних вод)

За даними Національної доповіді 2016 р. [428] 0,7 % міст, 12,8 % селищ міського типу та 70,8 % сіл України не забезпечені централізованим питним водопостачанням. За даними Держсанепідслужби України порівняно з даними

1993 р. кількість сіл скоротилася у 1,1 раза (була – 28700, стала – 26084), а їх забезпеченість централізованим питним водопостачанням поліпшилася у 1,2 раза. Основна маса відповідного населення забезпечується привізною питною водою та/або використовує воду з шахтних колодязів, каптажів джерел, свердловин (рис. 5.16).

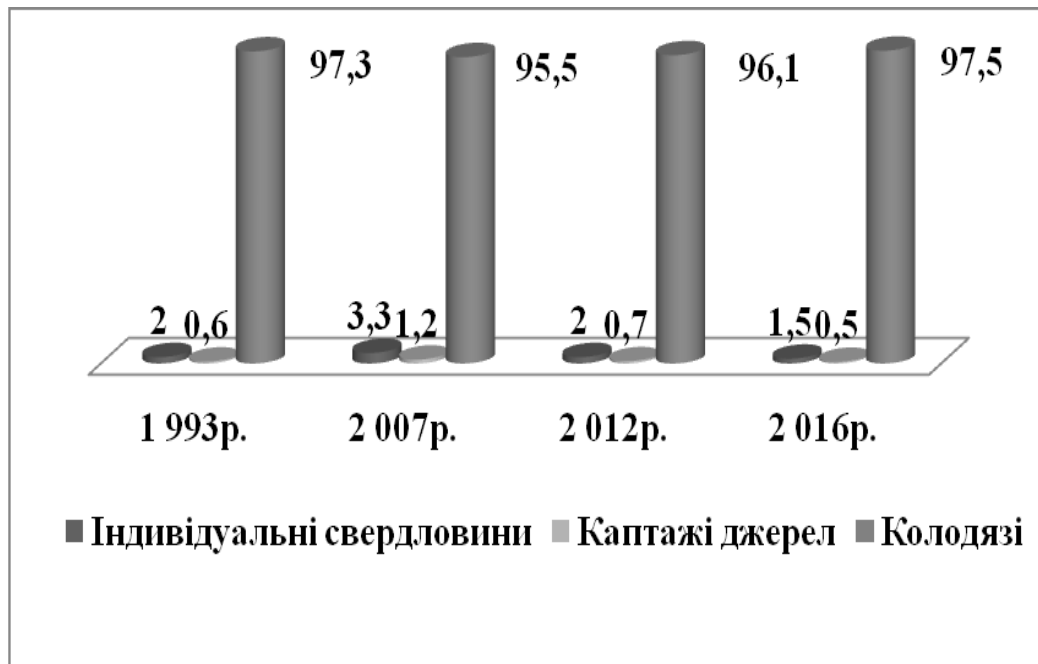


Рис. 5.16 – Питома вага (%) споруд нецентралізованого водопостачання України, що використовуються населенням.

Як можна бачити на рисунку 5.16, для самостійного забезпечення особистих потреб населення України використовує здебільшого шахтні колодязі. Упродовж 2007-2016 рр. питома вага колодязів, що використовуються для нецентралізованого питного водопостачання, збільшується несуттєво (на 2 %), каптажів джерел (на 58 %) та свердловин (на 55 %) зменшується. Дані державного моніторингу 2016 р. майже збігаються з даними 1993 р. Зазначена картина, найімовірніше, спостерігається через збільшення кількості цих споруд, що приватизували для використання у комерційних цілях, економічні проблеми тощо.

Через вказані та інші причини у 2016 р. (порівняно з 2012 р.) спостерігається зростання питомої ваги нестандартних проб води з джерел нецентралізованого

водопостачання за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками (рис. 5.17).

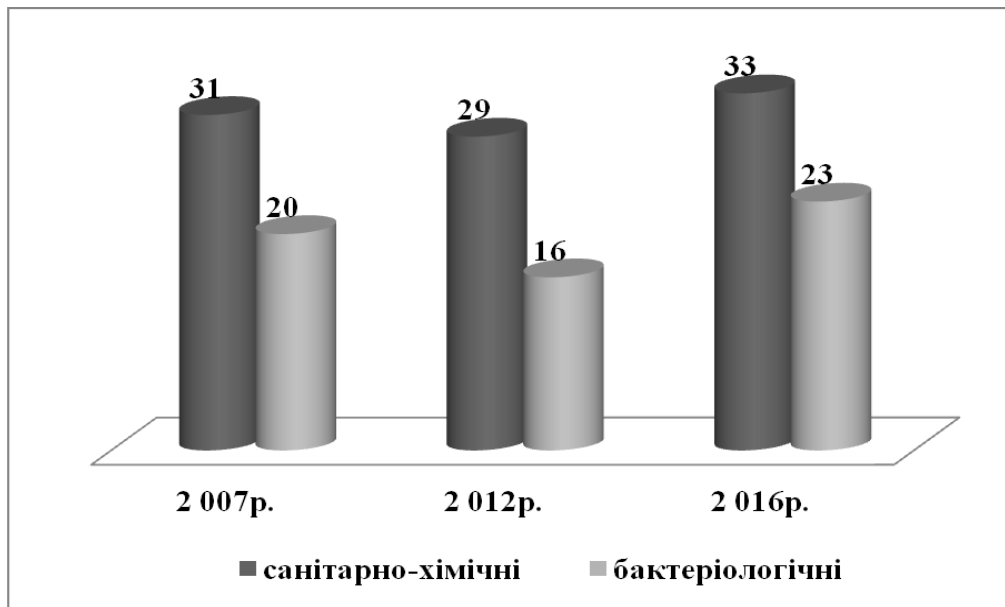


Рис. 5.17 – Питома вага (%) нестандартних проб у системах нецентралізованого питного водопостачання.

Виявлено зростання питомої ваги нестандартних проб порівняно з даними 2012 р. (у 1,2 та 1,4 раза відповідно). Якщо бактеріологічні показники якості питної води імовірно можливо поліпшити шляхом кип'ятіння [406], то покращити хімічний склад у побутових умовах важко, очищення питної води у сільській місцевості зазвичай не використовується.

Встановлено, що за даними 2012 р. частіше, ніж кожна четверта та третя проби (у окремих регіонах ці показники значно вищі) із відповідних джерел не відповідають гігієнічним вимогам за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками відповідно (табл. 5.10).

Майже у всіх областях України через різні чинники якість води споруд нецентралізованого питного водопостачання не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 5.18).

Таблиця 5.10

Кількість та питома вага проб, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам

Показники	Кількість досліджених проб		
	всього	не відповідають гігієнічним вимогам	
		одиниць	%
Санітарно-хімічні	75587	22144	29,3
Бактеріологічні	59183	9594	16,2
Радіаційні	1458	-	-

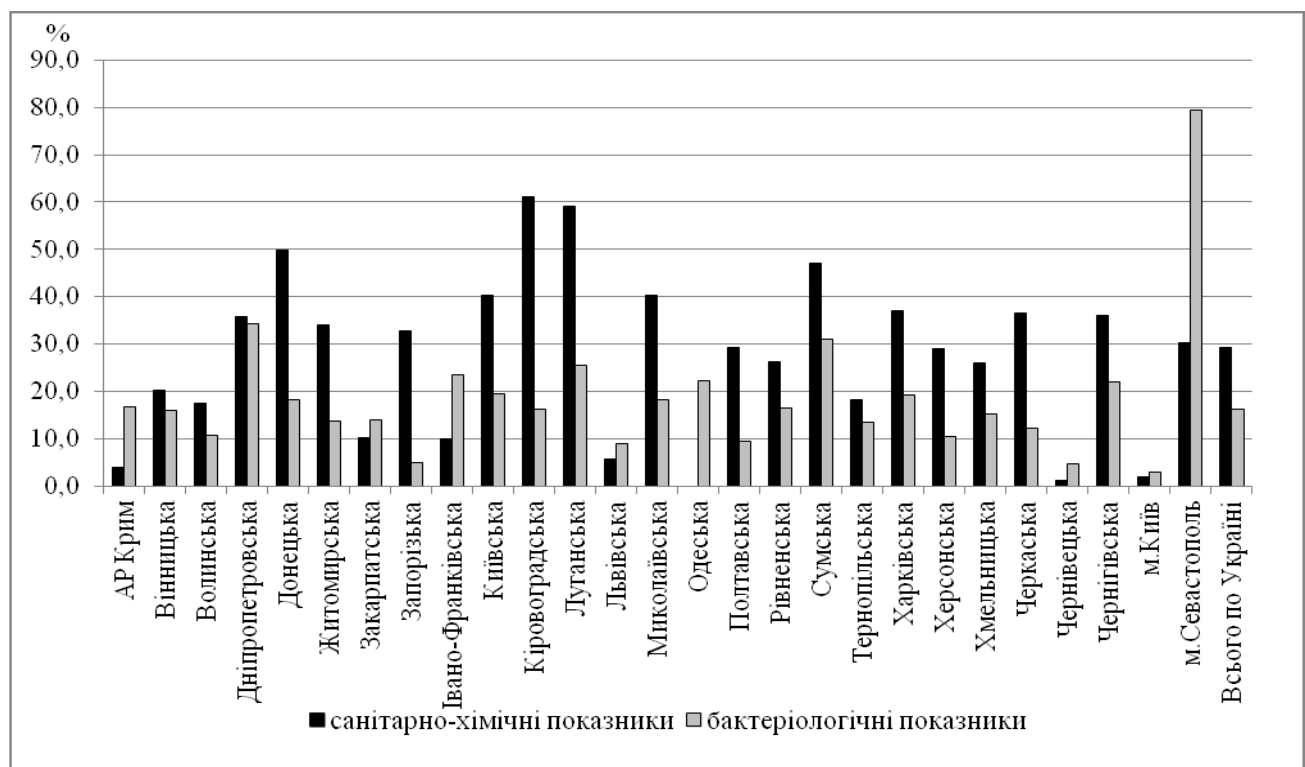


Рис. 5.18 – Частка проб із споруд нецентралізованого питного водопостачання з відхиленнями від гігієнічних нормативів у різних регіонах України.

Якщо аналізувати дані таблиць 5.10 та 5.5, то можливо побачити, що питома вага проб, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам, централізованого питного водопостачання ліпша у 2,2 раза за санітарно-хімічними та 5,7 раза за бактеріологічними показниками. Зазначене можливо пояснити наявністю професійного підходу до експлуатації споруд, зокрема, постійного нагляду за

санітарним станом свердловин водопроводів та здебільшого наявністю зон санітарної охорони джерел питного водопостачання.

Як можна бачити на рисунку 5.18, майже у всіх областях України якість води споруд нецентралізованого питного водопостачання не відповідає гігієнічним вимогам. Регіони, де якість питної води не відповідає гігієнічним нормативам більш ніж у 50 % проб – Кіровоградська, Луганська області (за санітарно-хімічними показниками) та м. Севастополь (за бактеріологічними показниками).

Виявлено невідповідність нормативним вимогам щодо санітарно-хімічних та бактеріологічних показників якість 30,1 % проб води з колодязів (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

**Кількість та питома вага проб води з колодязів,
якість яких не відповідає гігієнічним вимогам**

Показники	Кількість досліджених проб		
	всього	не відповідають гігієнічним вимогам	
		одиниць	%
Санітарно-хімічні	68741	20681	30,1
Бактеріологічні	51901	9040	17,4
Радіаційні	1197	–	–

З-поміж 1255 проб води з каптажів джерел частіше, ніж кожна п'ята не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними та/або бактеріологічними показниками (табл. 5.12).

Майже у всіх областях України виявлено населені пункти, якість води каптажів джерел яких не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 5.19).

Як можна бачити на рисунку 5.19, регіони, де якість питної води з каптажів джерел не відповідає гігієнічним нормативам за санітарно-хімічними та/або бактеріологічними показниками більше ніж у 50 % проб, – Запорізька,

Таблиця 5.12

**Кількість та питома вага проб води з каптажів джерел,
якість яких не відповідає гігієнічним вимогам**

Показники	Кількість досліджених проб		
	всього	не відповідають гігієнічним вимогам	
		одиниць	%
Санітарно-хімічні	1255	234	18,6
Бактеріологічні	1404	243	17,3
Радіаційні	22	–	–

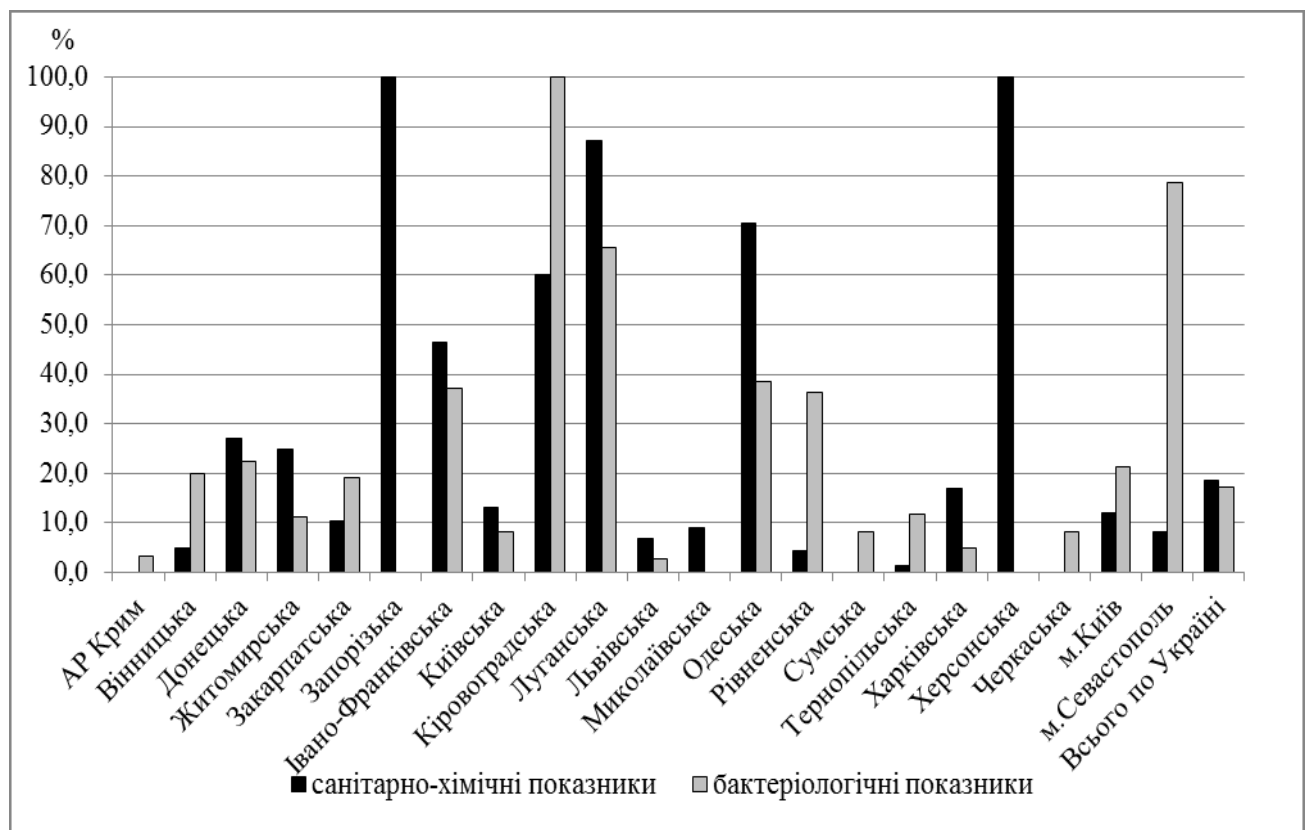


Рис. 5.19 – Кратність перевищення гігієнічних нормативів у пробах води з каптажів джерел за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками у різних регіонах України.

Кіровоградська, Луганська, Одеська, Херсонська області (санітарно-хімічними) та Кіровоградська, Луганська та м. Севастополь (бактеріологічними).

Якість води з індивідуальних свердловин також не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними та/або бактеріологічними показниками (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

**Кількість та питома вага проб артезіанської води,
якість яких не відповідає гігієнічним вимогам**

Показники	Кількість досліджених проб		
	всього	не відповідають гігієнічним вимогам	
		одиниць	%
Санітарно-хімічні	5591	1223	21,9
Бактеріологічні	5586	303	5,4
Радіаційні	231	–	–

У багатьох регіонах України якість води цих свердловин не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 5.20).

Як можна бачити на рисунку 5.20, регіони, де якість питної води індивідуальних свердловин не відповідає гігієнічним нормативам більш ніж у 50 % проб, – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Луганська, Рівненська області (за санітарно-хімічними показниками), АР Крим (за бактеріологічними показниками).

Встановлено, що на першому місці щодо найгіршої якості питної води нецентралізованого питного водопостачання за кількістю нестандартних проб (> 50%) за санітарно-хімічними та/або бактеріологічними показниками можливо розташувати Луганську, на другому – Кіровоградську області та третьому – м. Севастополь та Запорізьку область (табл. 5.14).

Якість води індивідуальних свердловин за кількістю нестандартних проб набагато ліпша за якість колодязної води як за санітарно-хімічними, так і бактеріологічними показниками (рис. 5.21).

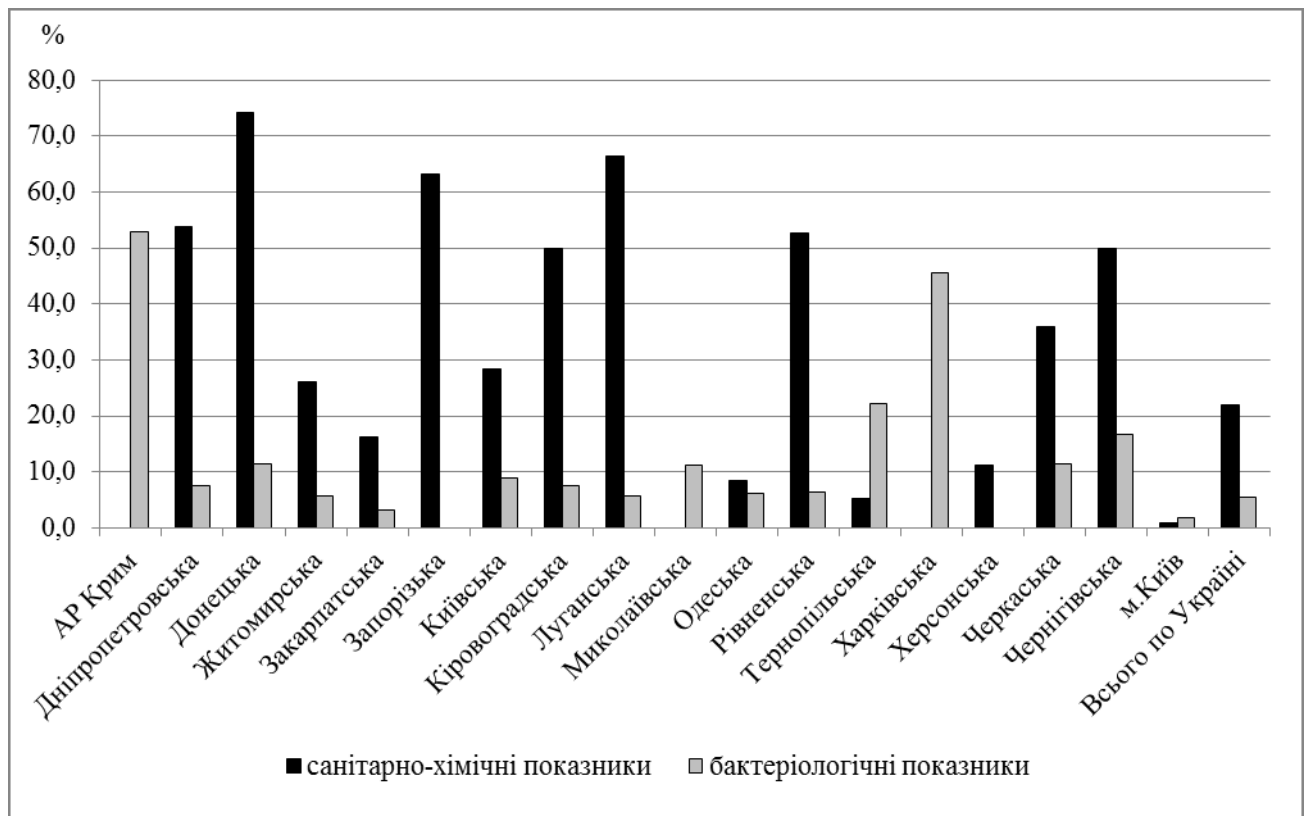


Рис. 5.20 – Кратність перевищення гігієнічних нормативів у пробах води з індивідуальних свердловин за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками у різних регіонах України.

Кількість нестандартних проб із колодязів за санітарно-хімічними показниками більша у 1,6 раза за відповідну із каптажів джерел та у 1,4 раза – індивідуальних свердловин. Кількість нестандартних проб за бактеріологічними показниками із колодязів та каптажів джерел у 3,2 раза кожна більша за відповідну з індивідуальних свердловин. Зазначене може пояснюватися передусім невідповідним санітарним станом водозабірних споруд (колодязів та каптажів джерел). Забруднення води за радіаційними показниками не виявлялося. Встановлена залежність співвідношення нестандартних проб питної води за хімічними та бактеріологічними показниками суттєво не змінюється не одне десятиліття. Незважаючи на невідповідну якість вод з колодязів та каптажів джерел за бактеріологічними показниками, така вода здебільшого використовується без очищення та знезараження, що несе небезпеку для здоров'я споживачів.

Регіони, де питома вага проб питної води, що не відповідають гігієнічним нормативам за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками, більша за 50 %

Регіон	Показники					
	санітарно-хімічні			бактеріологічні		
	1	2	3	1	2	3
Луганська	+	+	+		+	
Кіровоградська	+	+			+	
м. Севастополь				+	+	
Запорізька		+	+			
м. Київ				+		
Одеська		+				
Херсонська		+				
Дніпропетровська			+			
Донецька			+			
Рівненська			+			
АР Крим						+

Примітки:

1 – колодязі;

2 – каптажі джерел;

3 – індивідуальні свердловини.

Одними з найпоширеніших забруднень води споруд нецентралізованого питного водопостачання є нітрати [3]. Згідно з вимогами законодавства в Україні підлягає імплементації Директива від 12.09.1991 р. про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел, спрямована на попередження забруднення поверхневих та підземних вод нітратами через

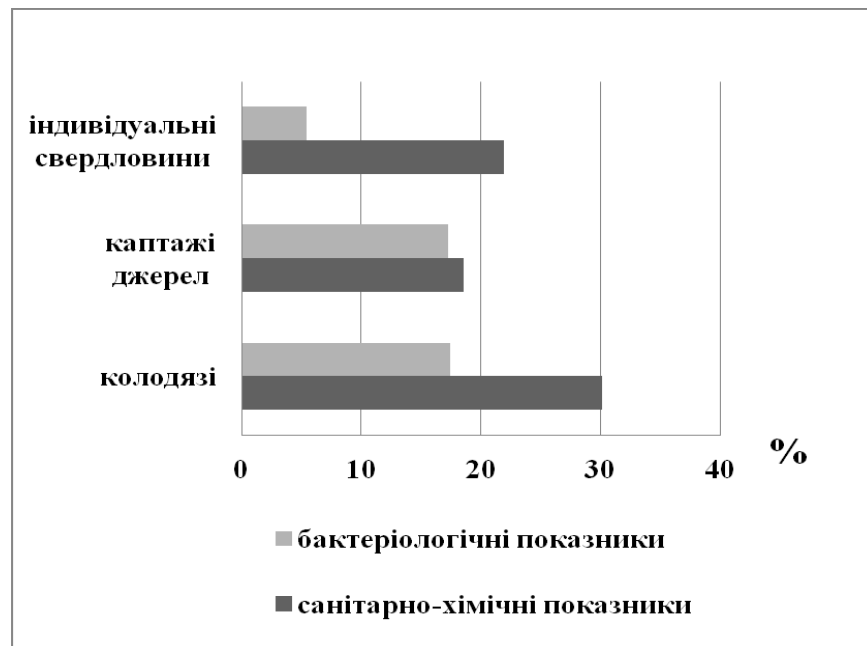


Рис. 5.21 – Питома вага нестандартних проб питних вод із споруд нецентралізованого питного водопостачання за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками.

сільськогосподарську діяльність шляхом розробки та впровадження екологічно чистих технологій ведення відповідних робіт. На першому етапі виконання цієї Директиви слід визначити поверхневі та підземні води, що забруднені нітратами антропогенного походження та зони, де існує відповідний ризик, потім розробити альтернативні методи введення сільськогосподарських робіт, що виключають забруднення ґрунтів та підземної води нітратами, та розробити плани дій для обов'язкового впровадження аграріями у зонах, уразливих до забруднення нітратами, і потім слід проводити постійний державний екологічний моніторинг якості вод щодо вмісту нітратів [60, 467].

Нами виявлено забруднення підземної води солями жорсткості та нітратами у с. Глибоке Бориспільського району Київської області. Результати проведених досліджень підземної води з свердловини глибиною 60 м (проба № 1) встановили невідповідність якості води гігієнічним вимогам як за чинним українським, так і європейським нормативним документом за вмістом нітратів у 2,5 раза та жорсткості у 1,8 раза (табл. 5.15).

**Показники якості питних воді з досліджених трубчастих колодязів
Київської області, що не відповідають гігієнічним нормативам**

Показник	Нормативи		№ проби		Максимальне перевищення ГДК, рази
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС	1	2	
Залізо загальне*, мг/л	≤1,00	≤0,20	–	1,98	1,98
Загальна жорсткість, ммоль/л	≤10,0	–	18,0	–	1,8
Кальцій, мг/л	–	–	170,0	–	–
Магній, мг/л	–	–	114,0	–	–
Нітрати (за NO ₃ ⁻), мг/л	≤50,0	≤50,0	124,0	–	2,5
Нікель, мг/л	≤0,02	≤0,02	0,04	0,09	4,5

Примітка. * - «індикаторний» показник.

Як можна бачити у таблиці 5.15 [468], у воді двох свердловин виявлено також перевищення вмісту нікелю (перевищує гігієнічний норматив у 2 та 4,5 рази відповідно), у пробі № 1 – нафтопродуктів (0,05 ГДК), що свідчить про антропогенне забруднення підземної води. Вміст заліза у другій пробі перевищував чинний максимальний норматив в Україні у 1,98 рази. Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст загальне залізо та жорсткість належать до «індикаторних» показників згідно з Директивою 98/83/ЄС [36], однак їх рівень значно перевищує той, що гарантує безпечне постійне споживання згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], тому відповідний вміст цих показників у питних водах слід оцінювати як забруднення. Два показники (нітрати та нікель) мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457] та належать до переліку показників, перевищення нормативів для яких згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] не

дозволяється. Результати наших багаторічних досліджень підтверджують широке поширення понаднормативного вмісту кремнію у питних підземних водах, зокрема, у воді артезіанської свердловини у м. Бориспіль виявлено понаднормативний вміст загальної лужності (7 мг/л) та кремнію (13 мг/л) що, найімовірніше, мають природне походження.

У підземній воді свердловин, що розташовані у сс. Садки та Вигода Житомирської області, було виявлено понаднормативний вміст заліза та каламутності (проба № 1), загального заліза та марганцю, забарвленості та кремнію (проба № 2, свердловина глибиною 92 м) (табл. 5.16).

Таблиця 5.16

**Показники якості питних вод з досліджених трубчастих колодязів
Житомирської області, що не відповідають гігієнічним нормативам**

Показник, одиниця виміру	Нормативи		№ проби		Максимальне перевищення ГДК, рази
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС	1	2	
Забарвленість*, бали	≤35,0	**	17,5	36,0	1,03
Каламутність*, НОК	≤3,5	**	14,6	–	4,2
Залізо загальне*, мг/л	≤1,0	≤0,2	12,2	2,5	12,2
Марганець*, мг/л	≤0,50	≤0,05	0,40	0,80	1,6
Амоній*, мг/л	≤2,60	≤0,50	–	0,65	0,25
Кремній, мг/л	≤10,0	–	–	23,0	2,3

Примітки:

* «індикаторний» показник;

** прийнятний, без аномальних змін.

У переліку показників якості питних вод, що зазначений у Директиві 98/83/ЄС [36] такий показник як «кремній» відсутній, однак у цьому документі зазначено, що,

якщо у Директиві не встановлено нормативні вимоги для будь-яких забруднень, наявних у воді або є причина підозрювати, що вони можуть бути присутніми у воді у кількостях, які становлять потенційну небезпеку для здоров'я споживачів, слід забезпечити моніторинг вмісту цих речовин у воді. Вважається, що кремній – речовина, що має 2 клас небезпеки та санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457].

Серед зазначених у таблиці 5.16 показників, що мають понаднормативний вміст, загальне залізо та каламутність належать до «індикаторних» показників згідно з Директивою 98/83/ЄС [36], однак їх рівні значно перевищують ті, що гарантують безпечне постійне споживання згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], тому вміст заліза та каламутності у питних водах слід оцінювати як забруднення.

У свердловині № 2 глибиною 144 м, що знаходиться у промисловій зоні міста Києва, визначено понаднормативний вміст загального заліза (0,45 мг/л), загальної жорсткості (7,5 ммоль/л) та формальдегіду (0,057 мг/л, гігієнічний норматив – 0,05 мг/л, 2 клас небезпеки, санітарно-токсикологічна ознака шкідливості [457]), що свідчить про антропогенне забруднення питної води. Проведений аналіз якості підземної води із свердловини глибиною 147 м, що розташована в с. Глібівка Київській області, також підтвердив наявність її техногенного забруднення, встановлено вміст формальдегіду (0,18 мг/л) та фенолів (0,0074 мг/л, гігієнічний норматив – 0,001 мг/л, 4 клас небезпеки, органолептична ознака шкідливості [457]). Однак, свердловина знаходиться у лісовій зоні, порушень вимог законодавства щодо зон санітарної охорони не виявлено. Відповідне забруднення формальдегідом води із артезіанської свердловини виявлено у с. Білогородка Київської області (0,19 мг/л), із свердловини глибиною 145 м у с. Михайлівка Полтавської області (0,066 мг/л). Нами зроблено припущення, що забруднення води формальдегідом здійснюється через понаднормативну міграційну здатність полімерних матеріалів, що використовуються у свердловині в ролі конструкційних (обсадних труб та фільтрів).

У 90-х роках минулого століття на випадок невідповідної якості водопровідної питної води міста Києва через аварію на ЧАЕС здійснювалося будівництво бюветів

для нецентралізованого питного водопостачання населення. Нами запропоновано наступне визначення цього терміну: «Бювет – інженерна водозабірна споруда для забезпечення споживачів необробленими (крім знезараження води методом ультрафіолетового опромінення) міжшаровими напірними (артезіанськими) або безнапірними підземними водами, до складу якої входять свердловина, розподільна колонка та спеціальне приміщення або павільйон» [38]. До складу бюветів міста Києва, крім свердловин глибиною від 90 м до 340 м, входять резервуари місткістю майже 300 л та колонки. Всього у місті Києві більше як 198 бюветів.

Нами проаналізовано якість води 140 бюветів міста Києва за результатами досліджень СВКП «КИЇВВОДФОНД». Бювети, питна вода яких досліджувалася, були розташовані у всіх 10-ти районах міста Києва (рис. 5.22).

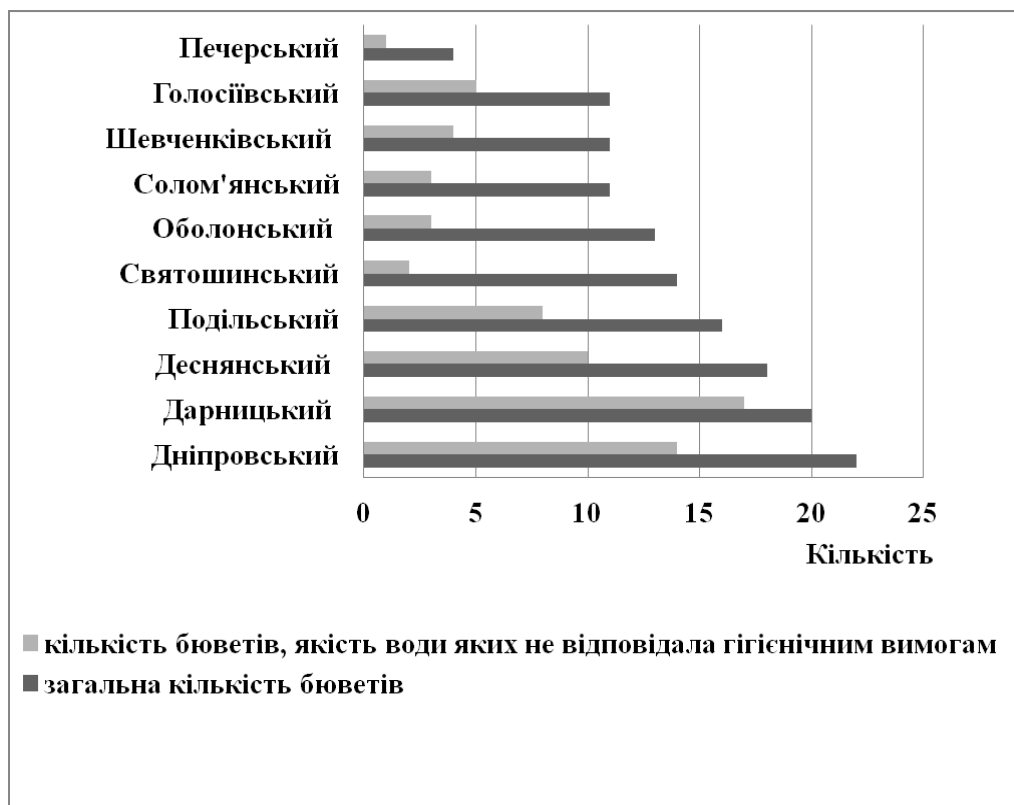


Рис. 5.22 – Кількість бюветів, вода яких досліджувалася та була невідповідної якості, у різних районах міста Києва.

Як можна бачити на рисунку 5.22, майже у всіх районах міста Києва, де побудовано бювети, якість води з них не відповідає гігієнічним вимогам. За кількістю бюветів, які не відповідають гігієнічним вимогам, райони міста

Києва можливо розташувати у такий ряд: Дарницький > Дніпровський > Деснянський > Подільський > Голосіївський > Шевченківський > Солом'янський > Оболонський > Святошинський > Печерський. Понад 50 % проб води з бюветів не відповідає гігієнічним нормативам у: Дарницькому, Дніпровському та Деснянському, Подільському районах (рис. 5.23).

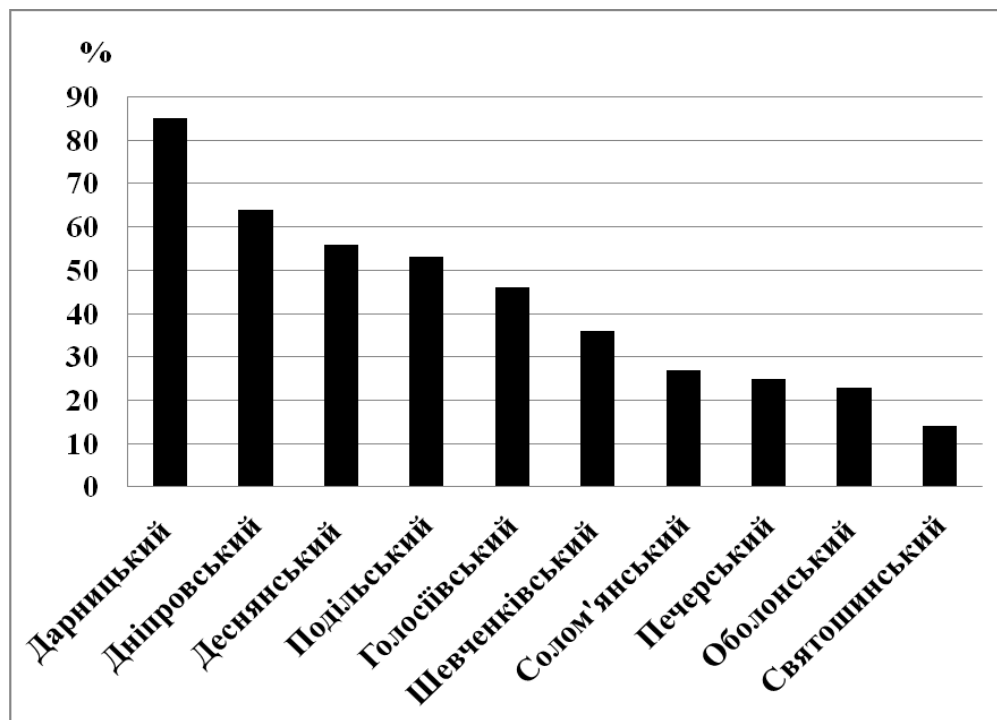


Рис. 5.23 – Розподіл районів міста Києва за питомою вагою бюветів, якість води яких не відповідала гігієнічним нормативам.

На лівобережній частині Києва кількість бюветів (60) у 1,3 рази менша, ніж на правій (80), а питома вага бюветів, якість води яких не відповідала гігієнічним вимогам, більша у 2,1 раза (рис. 5.24).

У питній воді бюветів виявлено понаднормативний вміст 9-ти санітарно-хімічних показників. На основі аналізу якісного складу вод бюветів, якість яких не відповідає гігієнічним нормативам, нами встановлені основні варіанти комбінацій в них проблемних показників якості (табл. 5.17).

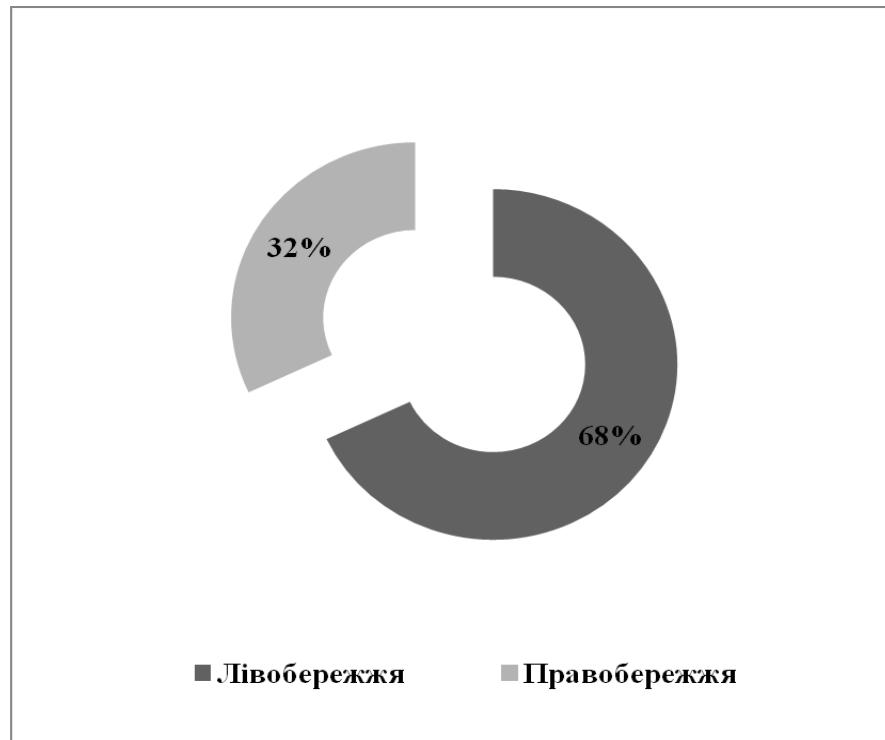


Рис. 5.24 – Питома вага бюветів, вода яких не відповідала гігієнічним вимогам на лівобережжі та правобережжі міста Києва.

Найчастіше у водах із бюветів не відповідав гігієнічним вимогам один із показників, рідше виявлялися комбінації з 2-4 відповідних показників (рис. 5.25).

Аналіз якості води з бюветів показав, що найпроблемнішим показником у цих водах є каламутність, що найчастіше виявляється у пробах та має найбільше максимальне перевищення гігієнічного нормативу (у 10,1 раза) [468] (табл. 5.18). На першому місці щодо кількості показників, які визначалися у водах бюветів у понаднормативних кількостях, можливо розташувати Подільський район (7 показників). Зокрема, води з двох бюветів Подільського району вміщували понаднормативний вміст амонію та найбільшу концентрацію загальної лужності порівняно з іншими (1,8 ГДК). На другому місці можливо розташувати Дніпровський район (6 показників). У водах цього району виявлено максимальну каламутність (10,1 ГДК) за відсутності заліза, що може бути сигналом погіршення якості питної води за показниками епідемічної безпеки. В іншому бюветі Дніпровського району виявлено комбінацію із максимальної кількості проблемних показників у воді одного бювету (4 показника). На третьому місці – Деснянський

**Санітарно-хімічні показники, що не відповідають гігієнічним нормативам,
та варіанти їх комбінацій у питній воді з бюветів**

Кількість показників	Комбінація показників
1	Загальна лужність
	Каламутність
	Загальна жорсткість
	Загальне залізо
	Хлориди
	Амоній
2	Загальна лужність-загальна жорсткість
	Загальна лужність-загальне залізо
	Забарвленість-каламутність
	Запах-смак
	Каламутність-загальне залізо
3	Загальна лужність-запах-смак
	Загальна лужність-забарвленість-каламутність
	Загальна лужність-забарвленість-загальне залізо
	Загальне залізо-запах-смак
4	Загальна лужність-забарвленість-каламутність-амоній

район (4 показники). Зокрема, води з 3-х бюветів Деснянського району вміщували у понаднормативних кількостях хлориди.

За частотою виявлення у понаднормативних концентраціях показники якості вод бюветів міста Києва можливо розташувати у такий ряд: каламутність, що свідчить про необхідність кип'ятіння бюветної води перед її споживанням, та загальна лужність > органолептичні показники > загальна жорсткість > загальне залізо > хлориди > амоній.

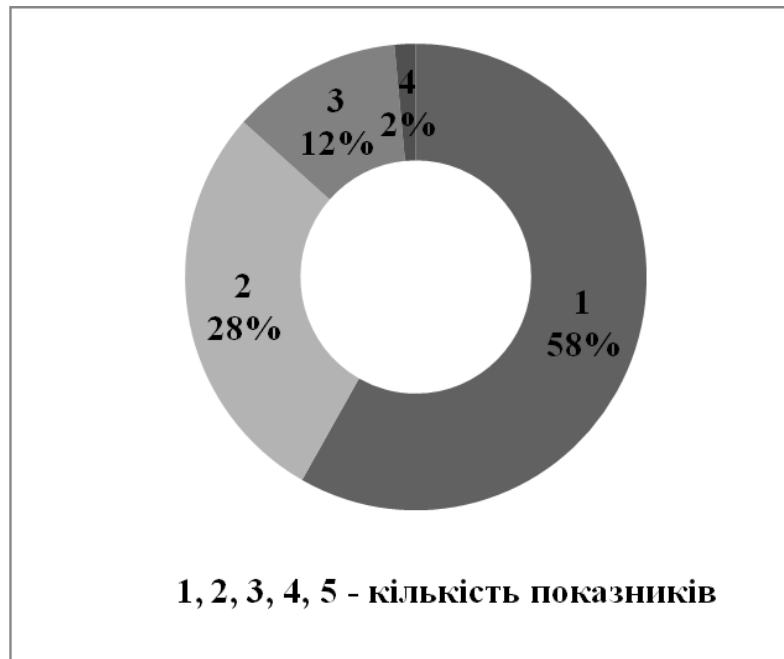


Рис. 5.25 – Питома вага груп із різною кількістю показників, що не відповідають гігієнічним нормативам у питній воді з бюветів.

Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, всі належать до «індикаторних» згідно з Директивою 98/83/ЄС [36], однак рівень каламутності, забарвленості та хлоридів у деяких бюветних водах значно перевищує той, що гарантує безпечне постійне споживання згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

Встановлено, що державний моніторинг якості питних вод бюветів проводиться з порушенням вимог законодавства – за малою кількістю показників якості питної води (майже 20 замість 46).

Проведені особисті дослідження бюветної води міста Києва у паводок 2013 р. свідчать про невідповідність її якості гігієнічним вимогам у деяких бюветах за вмістом каламутності до 1,65 ГДК (Оболонський, Шевченківський райони) та забарвленості до 1,75 ГДК (Голосіївський район). Дослідження у 2017 р. води з бюветів міста Києва (за адресами: вул. Ревуцького, 11-Г та вул. Ревуцького, 5/7) виявили вміст селену, у воді бювету за першою адресою – 1,1 ГДК, а за другою – 2,3 ГДК (гігієнічний норматив – 0,01 мг/л).

**Показники якості питної води з бюветів, що не відповідають
гігієнічним нормативам, у різних районах міста Києва**

Показник, одиниця виміру	Максимальний вміст показників у районах										
	Гігієнічний норматив	Дарницький	Деснянський	Дніпровський	Голосіївський	Оболонський	Печерський	Подільський	Солом'янський	Святошинський	Шевченківський
Запах, бали	2	–	–	3	–	–	–	3	–	–	3
Смак, бали	2	–	–	3	–	–	–	3	–	–	3
Каламутність, НОК	1,0	–	–	10,1	1,45	1,42	5,2	1,5	1,8	1,3	–
Забарвленість, градуси	20	–	–	30,5	–	48,2	72,3	30,1	–	–	–
Загальна лужність, ммоль/л	6,5	9,0	9,2	8,5	7,3	–	7,5	12,0	–	–	8,0
Загальна жорсткість, ммоль/л	7,0	7,3	7,3	7,6	9,0	–	–	–	–	7,2	–
Загальне залізо, мг/л	0,2	0,28	0,3	–	–	0,24	–	0,3	0,26	–	–
Хлориди, мг/л	250	–	461	–	–	–	–	–	–	–	–
Амоній, мг/л	1,2	–	–	–	–	–	–	1,3	–	–	–

На нашу думку, забруднення води бюветів можуть викликати як природні, так і антропогенні чинники, вільний доступ до їх кранів людей і тварин, застій питної води у системі бювету тощо. У разі невідповідної якості питної води з бюветів гігієнічним вимогам у кожному конкретному випадку слід визначати чинники її

забруднення та впроваджувати заходи щодо поліпшення якості питної води, зокрема, дезінфекцію споруд і обладнання та/або підготовку питної води тощо.

За даними державного моніторингу [428] через відсутність або дефіцит води питної якості у 2016 р. населені пункти 10-ти областей України забезпечувалися привізними питними водами в автоцистернах, при цьому 8 з них розташовано на півдні та південному сході, 2 – на заході України. За кількістю населених пунктів, що забезпечувалися зазначеними водами, області країни можливо розташувати у такий ряд: Запорізька > Дніпропетровська > Миколаївська > Одеська > Донецька > Львівська > Кіровоградська > Херсонська > Полтавська > Івано-Франківська. При цьому за кількістю населення, що забезпечувалася привізними водами, області можливо розташувати у такий ряд: Миколаївська > Кіровоградська > Запорізька > Одеська > Дніпропетровська > Херсонська > Донецька > Львівська > Полтавська > Івано-Франківська. Серед 10 зазначених областей населення Полтавської та Івано-Франківської областей найменш потребували привізної води (рис. 5.26).

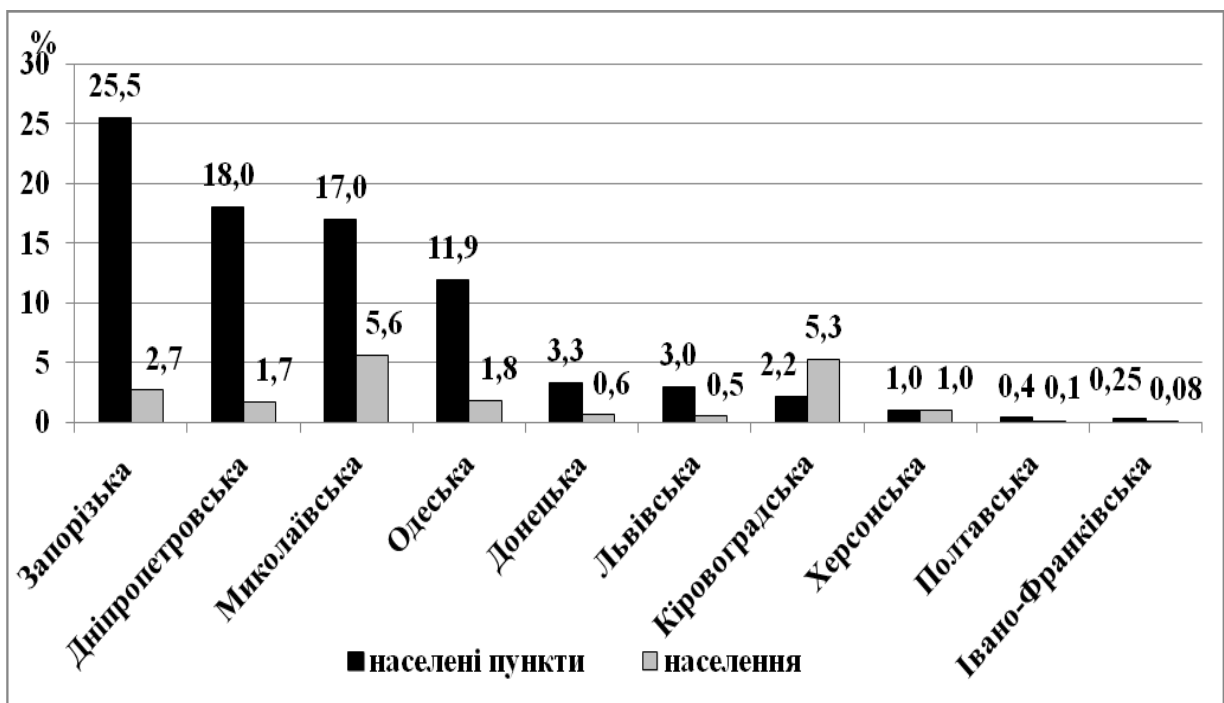


Рис. 5.26 – Питома вага населених пунктів та населення, що забезпечуються привізними питними водами, у різних областях України (дані 2016 р.).

Порівняно з 2015 р. у 2016 р. суттєво збільшилася кількість населення, що

потребувала привізних вод, у Миколаївській, Одеській та Донецькій областях [470] (рис. 5.27).

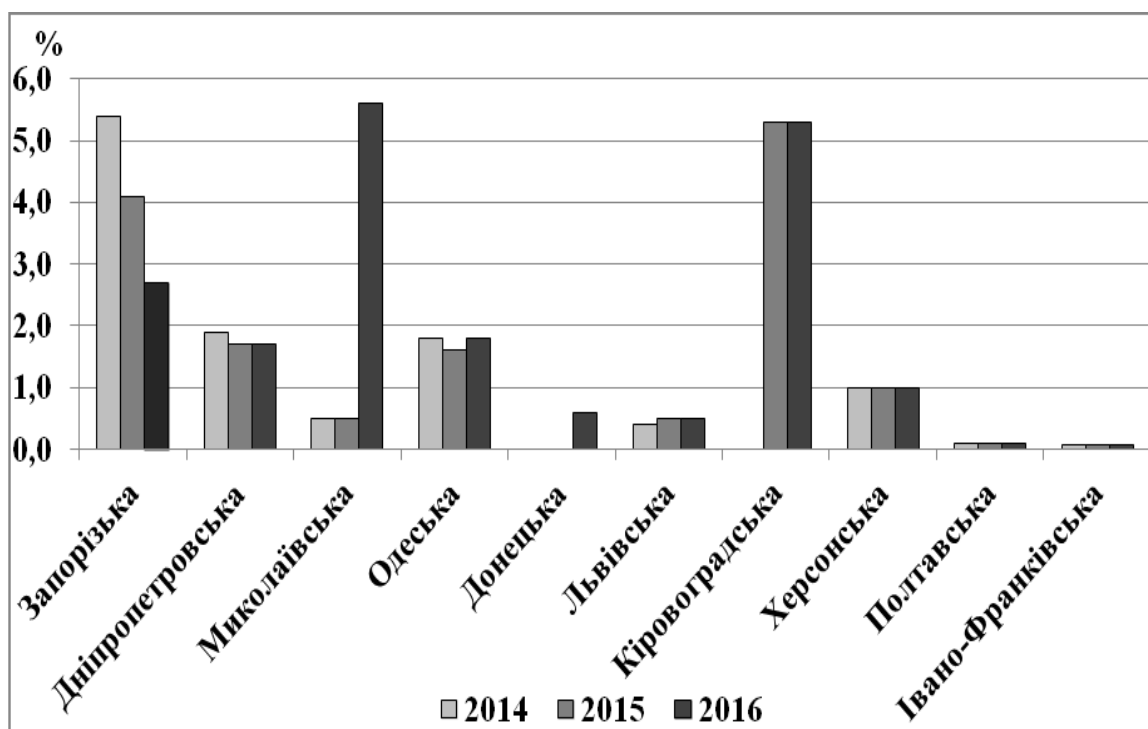


Рис. 5.27 – Динаміка питомої ваги населення, що забезпечується привізними питними водами у різних областях України упродовж 3-х років.

Якщо аналізувати динаміку змін питомої ваги населених пунктів окремих областей України, що забезпечувалися привізними питними водами упродовж 11-ти років, то можна стверджувати таке. Зазначені води для питних цілей упродовж 2005-2016 рр. використовувалися максимум у 11-ти (2009 р.), мінімум – 8-ми (2014 р.) областях України (рис. 5.28).

За даними 2014-2016 рр. постійно забезпечувалися привізними питними водами населені пункти 8-ти областей: Запорізької, Дніпропетровської, Миколаївської, Одеської, Львівської, Херсонської, Полтавської, Івано-Франківської областей. Деякі населені пункти таких областей, як Кіровоградська та Донецька забезпечувалися привізними водами не в усі зазначені роки, а деякі населені пункти Вінницької області забезпечувалися привізними водами у 2005, 2009 рр., а протягом 2014-2016 рр. вже не забезпечувалися. Порівняно з 2015 р. у 2016 р. суттєво

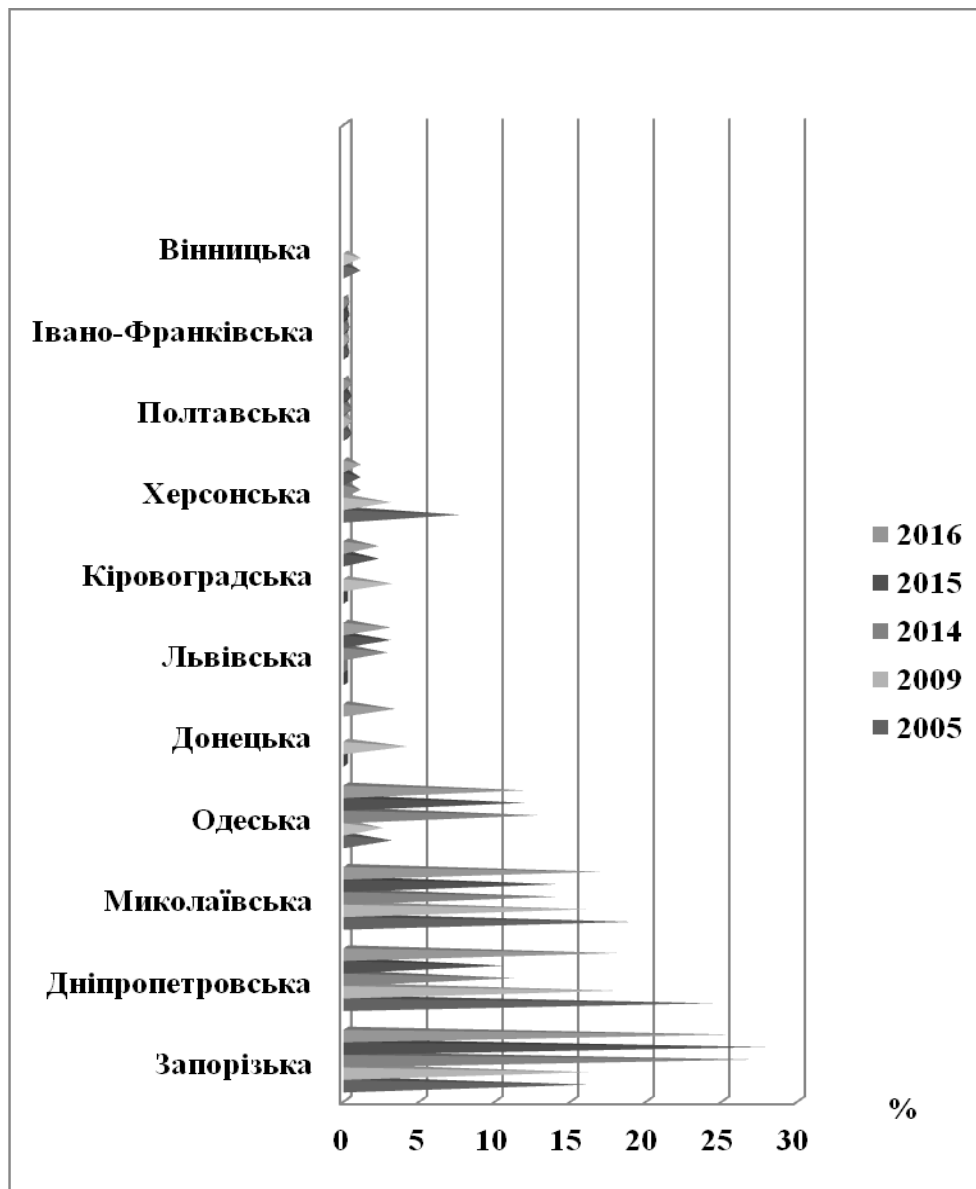


Рис. 5.28 – Динаміка питомої ваги населених пунктів окремих областей України, що забезпечуються привізними питними водами упродовж 11-ти років.

збільшилася кількість населених пунктів, що потребувала привізних вод, у Дніпропетровській, Миколаївській та Донецькій областях.

У деяких регіонах є проблеми з кількістю та якістю привізних вод. У західних областях України під час повеней і паводків відбувається затоплення місцевих джерел водопостачання сільських населених пунктів поверхневими водами та їх забруднення, що унеможлиблює їх використання без відповідної очистки. В окремих регіонах чинниками проблеми привізної води є техногенні причини: утворення депресійних лійок у зоні крупних водозаборів підземних вод (Рівненська

та Львівська області); забруднення підземних вод нафтопродуктами та іншими шкідливими речовинами (Київська область Білоцерківський район) тощо [405]. На сьогодні якість привізних питних вод, що розливається не з комерційною метою, державними наглядовими органами не контролюється, що не гарантує їх безпеку і створює емоційно-психологічне напруження у населення.

Отже, невідповідна якість води нецентралізованих систем питного водопостачання може виявлятися через природні чинники, незадовільну екологічну ситуацію, а також неналежний контроль за станом споруд та якістю питної води.

5.3. Питна вода фасована та з пунктів розливу комерційного призначення

На сьогодні в Україні розвивається альтернативне питне водопостачання, що базується на використанні індивідуального та колективного обладнання для додаткового очищення водопровідних питних вод та виробництві питних вод, що фасуються у герметично закриту споживчу тару одноразового та багаторазового використання або розливаються з пунктів розливу комерційного призначення у тару споживача.

Протягом 10-ти років виробництво зазначеного виду питних вод стало поширенішим. Якщо у 2001-2007 рр. проби до випробувальної лабораторії надходили з Львівської, Київської, Рівненської, Тернопільської, Дніпропетровської, Харківської областей, АР Крим та м. Києва, то протягом 2013-2017 рр. – з 19 областей та 10 міст України (рис. 5.29).

У ролі води-сировини виробники питних вод фасованих та з пунктів розливу використовують підземну воду після очищення (дуже рідко без нього) або водопровідну питну воду з підземних або поверхневих джерел питного водопостачання. За даними 2001-2007 рр. та 2013-2017 рр. серед досліджених 176 та 129 проб питних вод фасованих та з пунктів розливу більшість було виготовлено з використанням підземних джерел питного водопостачання (рис. 5.30).

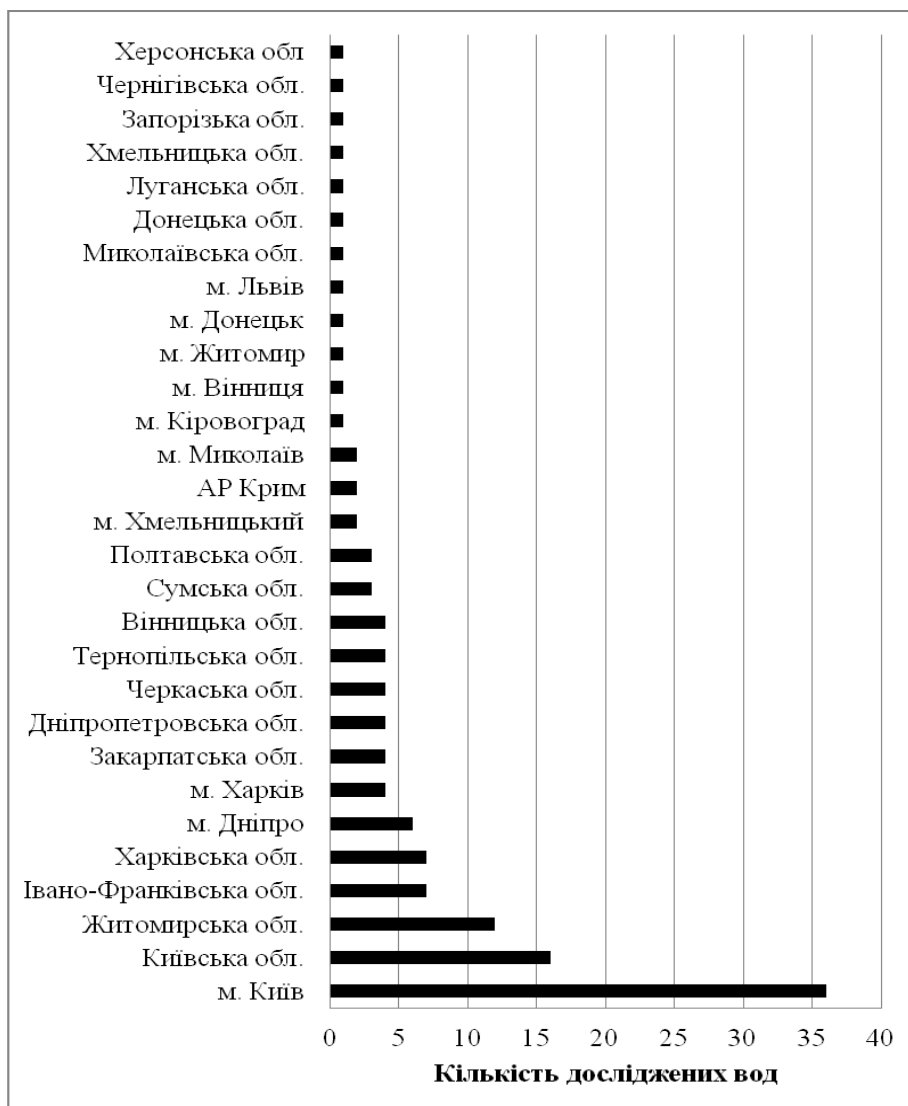


Рис. 5.29 – Кількість досліджених вод у різних регіонах України.

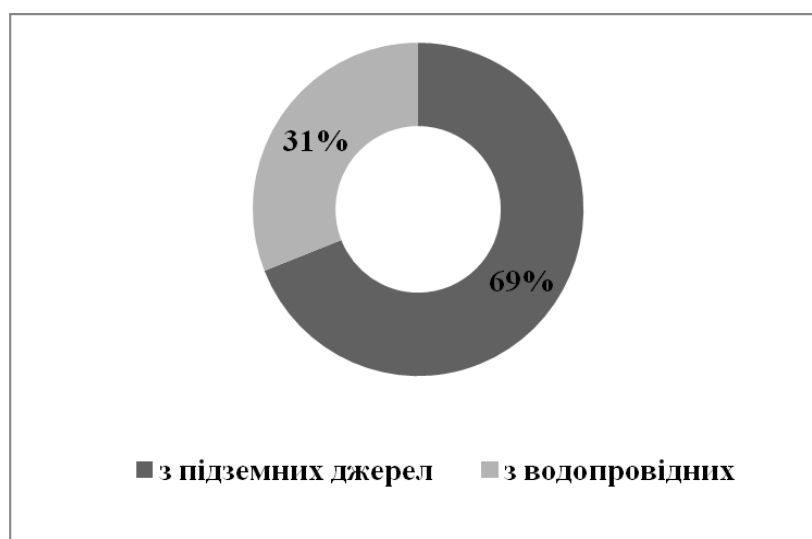


Рис. 5.30 – Питома вага питних вод, виготовлених із підземних джерел питного водопостачання та питних водопровідних вод (за даними 2013-2017 рр.).

У 2001-2007 рр. виготовляли фасовані питні води таких типів: з оптимальним вмістом мінеральних речовин чи фізіологічно повноцінні (7 %), штучно збагачені макро- та мікроелементами (13 % – штучно фторовані, штучно йодовані, штучно мінералізовані), дитячі (4 %), а також з низьким вмістом мінеральних речовин, тобто із сухим залишком менше як 100 мг/л (5 %). За результатами санітарно-хімічних досліджень якість фасованої питної води здебільшого відповідала вимогам технічних умов, але ці документи різних виробників суттєво відрізнялися кількістю показників для контролю якості води (всього було від 4 до 47 санітарно-хімічних, від 2 до 4 мікробіологічних, від 2 до 4 радіаційних показників) та їх нормативами (різнилися до 10 разів). Чинником цього було те, що в країні не було єдиного документу, який регламентує якість фасованих питних вод. Показники якості та їх нормативи встановлювали у технічних умовах здебільшого згідно з вимогами до мінеральних вод – ДСТУ 878 [469], а іноді – до питних вод водопровідних – ГОСТ 2874-82 [37] та рідше ДСанПіН 136/940 [475].

Якщо порівнювати перелік санітарно-хімічних показників та значення нормативів у зазначених нормативних документах, то слід відзначити, що ДСТУ 878 [469] вміщують 28 санітарно-хімічних показників, нормативи для деяких менш жорсткі, ніж у ГОСТ 2874-82 [37], а ДСанПіН 136/940 [471] вміщує 47 показників (майже у 2 рази більше ніж у ГОСТ 2874-82 [37]), нормативи для більшості з яких жорсткіші, ніж у ГОСТ 2874-82 [37]. Крім того, згідно з ДСТУ 878 [469] норматив для срібла (0,2 мг/л) у 4 рази, для кадмію (0,01 мг/л) у 10 разів, для ртуті (0,005 мг/л) у 10 разів більший за чинний в Україні норматив для питної води. Отже, якість фасованих питних вод, що виготовлялися за нормативами та показниками згідно з ДСТУ 878-93 [469] суттєво не відповідала вимогам щодо якості питної води централізованої системи питного водопостачання.

Отже, на більшості підприємств фасовані питні води не проходили комплексне гарантоване доочищення. Через відсутність єдиних вимог до виробництва фасованої питної води якість її часто не відповідала навіть вимогам щодо якості води систем централізованого питного водопостачання. Суттєва кількість фасованих питних вод була негарантованої якості навіть за такими

показниками як: загальна жорсткість, залізо, марганець, хлороформ, кадмій, ртуть, молібден тощо.

У 2010 р. набули чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Дослідження, проведені протягом 2013-2017 рр. свідчать, що практично не здійснюється виробництво питних вод «з оптимальним вмістом мінеральних речовин» за усіма рекомендованими показниками у ДСанПіН 2.2.4-171-10. У кращому разі, питна вода відповідає оптимальному складу за основними показниками: сухим залишком (від 200 до 500 мг/л), загальною жорсткістю (від 1,5 до 7,0 ммоль/л), загальною лужністю (від 0,5 до 6,5 ммоль/л), натрієм (від 2 до 20 мг/л), кальцієм (від 25 до 75 мг/л), магнієм (від 10 до 50 мг/л), калієм (від 2 до 20 мг/л). Зазвичай у питних водах відсутній йод та вміщується фтор у дуже малій концентрації, що не відповідає оптимальній. У питних водах, збагачених макро- та мікроелементами, мінеральний склад також не оптимальний. Для відповідних цілей, переважно, використовують мінеральні суміші з комплексом солей, що вміщують: сульфат калію, хлорид кальцію, хлорид магнію, хлорид натрію тощо. Виявлено, що протягом десяти років виробники зазначених питних вод розширили асортимент продукції завдяки їх збагаченню новими речовинами, що мають природне походження. Наприклад, природним йодним концентратом «Чеський йод» або мінеральною природною лікувальною водою свердловини №2-ре Моршинського родовища Львівської області тощо. У майбутньому очікується поява питних вод фасованих, збагачених киснем або воднем.

Залежно від наявності газування в ролі консерванту зазначені води виготовляють: негазованими та газованими (штучно насиченими діоксидом вуглецю). За ступенем насичення води поділяють на: слабогазовані (вміст CO_2 у межах – 0,2-0,3 %), середньогазовані (у межах – 0,3-0,4 %), сильногазовані ($> 0,4$ %). Також для консервації питної води використовують йод (вміст – 10-50 мкг/л) та срібло (вміст – 0,01-0,025 мг/л).

За результатами власних досліджень проаналізовано якість 129 питних вод фасованих та з пунктів розливу, що виготовлялися із вод свердловин, каптажів джерел та питних водопровідних у різних областях України протягом 2013-

2017 рр. [472]. Виявлено, що серед 129 досліджених вод якість 74 не відповідає гігієнічним вимогам після встановлення обладнання або тривалого її виробництва (рис. 5.31).

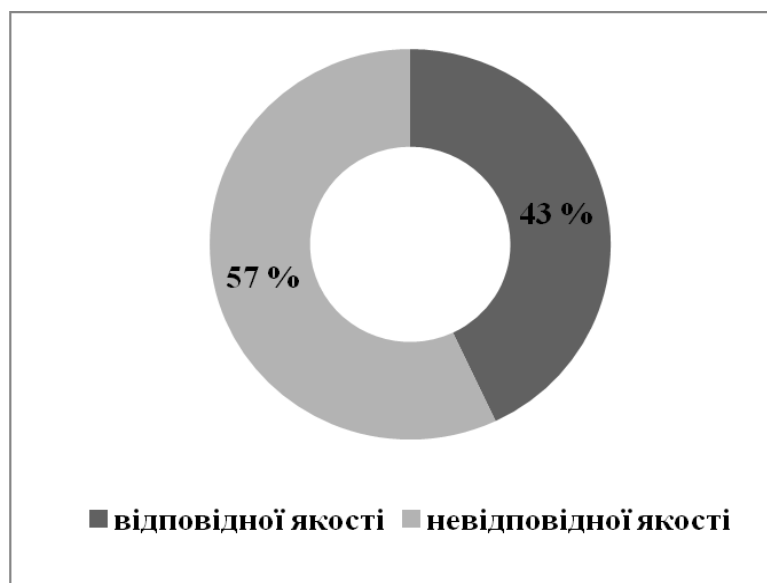


Рис. 5.31 – Питома вага питних вод фасованих та з пунктів розливу, якість яких не відповідає та відповідає гігієнічним вимогам.

Результати досліджень показали, що серед 129 досліджених питних вод лише 48 виготовляють шляхом додаткового очищення водопровідних питних вод, серед яких якість 33 проб не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 5.32).

З-поміж 33 зазначених вод якість 51 % проб (з поверхневих джерел питного водопостачання) не відповідає гігієнічним вимогам через понаднормативний вміст хлорорганічних речовин (хлороформу та тригалогенметанів). І це не випадково, тому що виробники помилково вважають метод зворотного осмосу універсальним. Однак, хлороформ та інші тригалогенметани частково транзитом надходять до доочищеної питної води через мембрану зворотного осмосу.

Нами оцінювалася здатність встановлених колективних систем водопідготовки поліпшувати санітарно-хімічні показники якості питної води. В Україні для доочищення водопровідної питної води використовуються багатомодульні системи, де основними ступенями обробки вважають установки зворотного осмосу та УФ-знезараження. Під час експлуатації установок зворотного

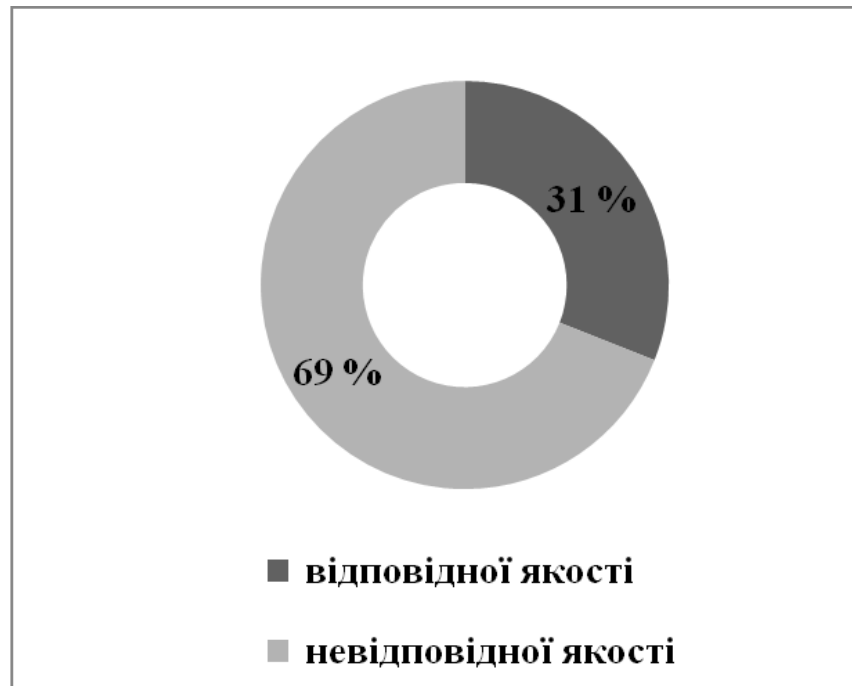


Рис. 5.32 – Питома вага питних вод фасованих та з пунктів розливу, виготовлених з водопровідних питних вод, якість яких не відповідає та відповідає гігієнічним вимогам.

осмосу часто застосовують спеціальні реагенти (антискаланти), що продовжують строк експлуатації мембран. Найтипівіші технологічні схеми доочищення питної води складаються з 4-6 етапів (табл. 5.19).

Встановлено, що на фоні високої ефективності доочищення питної води за органолептичними показниками, вмістом солей, заліза, важких металів (90 % та більше) ці водоочисні системи не завжди забезпечують нормативну якість води (табл. 5.20).

У доочищеній питній воді величини окремих визначених показників якості можуть не відповідати гігієнічним нормативам більше ніж у 40 разів. Зазначені показники виявляються у воді через неефективне або відсутність очищення вихідної води. Так, в м. Павлоград водоочисна установка несуттєво очищувала воду від хлороформу та суми ТГМ, вміст їх в доочищеній воді у 26 та 17 разів більший за ГДК відповідно. При цьому сухий залишок у доочищеній воді знижувався до величини, меншої за мінімально дозволений рівень (100 мг/л).

Етапи та методи доочищення водопровідної питної води

Етап	Місцезнаходження водопроводу у містах			
	Павлоград	Бровари	Київ (1)	Київ (2)
	Методи очищення (обладнання)			
I	освітлення (кварцовий пісок, цеоліт)	освітлення	сорбція (вугільний фільтр)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
II	магнітна обробка	сорбція (вугільний фільтр)	пом'якшення (іонообмінна смола)	сорбція (вугільний фільтр)
III	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	знесолення (установка зворотного осмосу)	освітлення (поліпропіленовий фільтр)
IV	УФ-опромінювання	УФ-опромінювання	озонування	знесолення (установка зворотного осмосу)
V	насичення іонним сріблом (іонізатор)	—		фільтр з матеріалом «Кременева сила»
VI	—	—		УФ-опромінювання

Наведені у табл. 5.20 дані свідчать, що обробка питної води методом зворотного осмосу не гарантує відсутність в ній канцерогенних ХОС. При значному знесоленні у доочищеній водопровідній питній воді часто визначали понаднормативний вміст хлороформу.

**Результати санітарно-хімічного дослідження водопровідної питної води
до та після доочищення**

Показник	Одиниця виміру	Гігієнічні нормативи	Фактичне значення показника у воді	
			водопровідна	доочищена
м. Павлоград				
Сухий залишок	мг/л	100-1000	300	71
Хлороформ	мкг/л	≤6,0	238,0	154,0
Дибромхлорметан	мкг/л	≤1,0	2,0	0,7
Сума ТГМ	мкг/л	≤10,0	280,5	169,7
м. Бровари				
Сухий залишок	мг/л	100-1000	268	107
Хлороформ	мкг/л	≤6,0	58,0	1,8
Дибромхлорметан	мкг/л	≤1,0	0,6	н/в
Сума ТГМ	мкг/л	≤10,0	71,6	1,9
м. Київ (1)				
Сухий залишок	мг/л	100-1000	271	128
Хлороформ	мкг/л	≤ 6,0	32,0	17,3
Дибромхлорметан	мкг/л	≤ 1,0	1,0	н/в
Сума ТГМ	мкг/л	≤ 10,0	43,5	20,1
м. Київ (2)				
Сухий залишок	мг/л	100-1000	266	8
Хлороформ	мкг/л	≤ 6,0	14,0	3,1
Дибромхлорметан	мкг/л	≤ 1,0	0,5	н/в
Сума ТГМ	мкг/л	≤ 10,0	19,8	11,1

Виявлено, що з-поміж 33 питних вод після доочищення водопровідних, якість яких не відповідає гігієнічним вимогам, 33 % (на практиці виготовляється більше) було виготовлено із сухим залишком менше 100 мг/л, хоча це заборонено у

ДСанПіН 2.2.4-171-10. Виробники свідомо виготовляють знесолену питну воду через попит на ринку, необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я питної води відповідного складу [321, 426, 473] та/або економічну вигоду, користуючись відсутністю державного контролю якості питної води.

Виявлено, що найпроблемнішими показниками якості питних вод водопровідних з поверхневих джерел питного водопостачання після додаткового очищення є ТГМ, сухий залишок (з концентрацією < 100 мг/л), ПО, забарвленість, амоній, нітрати, феноли, водневий показник (вміст < 6,5 одиниць рН) (рис. 5.33).

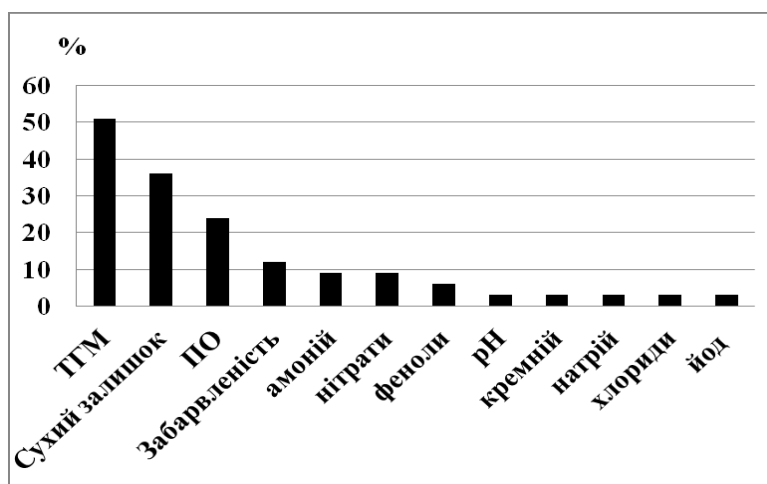


Рис. 5.33 – Питома вага проблемних показників якості питної води фасованої та з пунктів розливу, виготовленої з питних водопровідних вод: рН – водневий показник.

Чинниками наявності понаднормативного вмісту у зазначених питних водах ТГМ та низького сухого залишку є незадовільна технологія водопідготовки. Речовини групи азоту, ПО та забарвленість здебільшого виявляються у понаднормативних кількостях через забруднення системи питного водопостачання (невідповідну експлуатацію обладнання), феноли – понаднормативну міграцію із полімерних матеріалів системи, але всі ці забруднення можуть також надходити транзитом до питної води з вихідною водою у разі відсутності відповідної бар'єрної здатності системи водопідготовки.

Отже, з підземних джерел виготовляють у 1,7 раза більше питної води, ніж з питних водопровідних. Якщо не враховувати три з них, що мали понаднормативний вміст йоду, натрію та срібла через штучне передозування зазначених речовин, то

серед інших 78 вод з підземних джерел не відповідали гігієнічним нормативам – 38 (рис. 5.34).



Рис. 5.34 – Питома вага питних вод, виготовлених безпосередньо з підземних джерел, якість яких не відповідала та відповідала гігієнічним вимогам.

Кількість проб питної води невідповідної якості з підземних джерел у 1,4 раза менша, ніж у разі її виробництва з водопровідних поверхневих джерел. Однак, у перших водах виявлено більшу кількість проблемних показників, а саме: кремній, сухий залишок, забарвленість, нітрати, лужність, марганець, водневий показник, загальна жорсткість, каламутність, залізо, фтор, ЦО, нітрити (рис. 5.35).

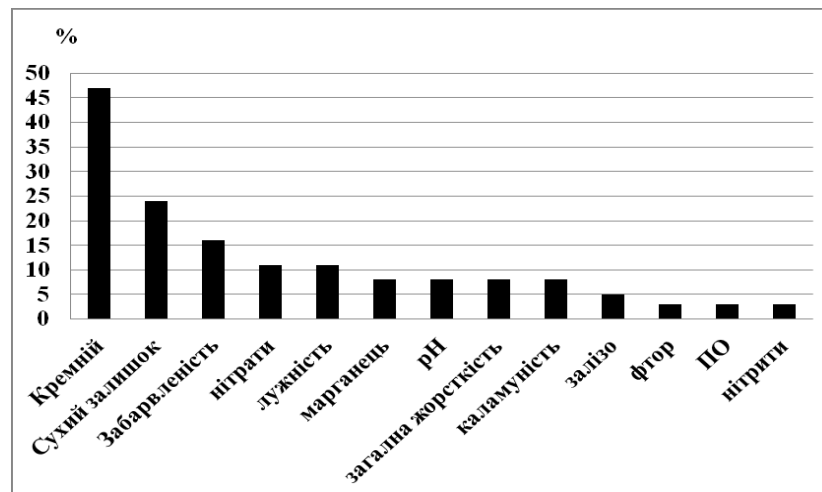


Рис. 5.35 – Питома вага проблемних показників якості питної води фасованої та з пунктів розливу, виготовленої з підземних джерел: рН – водневий показник.

У підземних очищених водах після знесолення методом зворотного осмосу також виявляється сухий залишок менший за 100 мг/л та водневий показник менший за за 6,5 одиниць рН. Серед 38 вод з підземних джерел, що не відповідали гігієнічним вимогам, 24 % мали низький вміст сухого залишку через застосування зворотного осмосу. Підвищений вміст кремнію, марганцю, заліза, загальної

лужності, загальної жорсткості, фтору, водневого показника, речовин групи азоту, зазвичай транзитом надходить до питної води із вихідною підземною, водоочищення від цих показників у багатьох випадках не передбачається.

Нами узагальнені результати проведених досліджень якості та безпечності питних вод фасованих і з пунктів розливу. Встановлено, що у досліджених пробах, що були виготовлені з водопровідних питних вод з поверхневих джерел питного водопостачання, 8 показників не відповідають чинним в Україні гігієнічним вимогам, з-поміж яких 3 – Директиві 98/83/ЄС (табл. 5.21).

Таблиця 5.21

Максимальний вміст показників якості у питній воді після додаткового очищення водопровідної питної води з поверхневих вододжерел

Показник, одиниця виміру	Гігієнічний норматив		Вміст
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС	
Хлороформ*, мкг/л	≤ 6	–	110
Сухий залишок після знесолення, мг/л	≤ 1000 100 - 1000	–	3
ПО, мг/л	≤ 5,0 (2,0)**	≤ 5,0	44,5
Забарвленість, град.	≤ 20 (10)	***	15
Амоній, мг/л	≤ 1,2 (0,1)**	≤ 0,5	2,3
Нітрати*, мг/л	≤ 50 (10)**	≤ 50	15
Феноли, мг/л	< 0,0005	–	0,0030
Водневий показник, одиниці рН	6,5 - 8,5	6,5 (4,5) - 9,5	6,2

Примітки:

* речовини, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості;

** норматив, зазначений у дужках, поширюється на негазовані фасовані питні води;

*** прийнятний, без аномальних змін.

Виявлено перевищення гігієнічних нормативів за показниками, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457]: хлороформ та нітрати (див. табл. 5.21). Виявлений максимальний вміст нітратів відповідає нормативу для газованих питних вод і вимогам Директиви 98/83/ЄС [36], але може негативно впливати на мікробіологічну якість фасованих негазованих питних вод у разі тривалого їх зберігання [57]. Рівень вмісту хлороформу перевищує норматив для суми ТГМ згідно з Директивою 98/83/ЄС [36]. Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, переважна більшість (6) належить до «індикаторних» показників згідно з Директивою 98/83/ЄС [36], однак тільки рівні ПО та амонію суттєво не відповідають нормативам, зазначеним у цьому документі та українському, тому відповідний вміст цих показників у питних водах слід оцінювати як забруднення, що може негативно впливати на мікробіологічну якість фасованих негазованих питних вод у разі тривалого їх зберігання [57]. Слід зупинитися на тому, що більшість виробників фасованих питних вод в Європі є членами різних Асоціацій виробників фасованих питних вод, стандарти яких враховують останні досягнення науки, тому є жорсткішими за стандарти Директиви 98/83/ЄС [36].

Встановлено, що у досліджених пробах питних вод, що були виготовлені з підземних джерел питного водопостачання, 16 показників не відповідають чинним в Україні гігієнічним вимогам, з-поміж яких 6 – Директиві 98/83/ЄС (табл. 5.22).

Як можна побачити з табл. 5.22, виявлено перевищення гігієнічних нормативів за показниками, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості [457]: кремній, нітрати, нітроти, фториди, натрій. Виявлений максимальний вміст нітритів відповідає нормативу для газованих питних вод і вимогам Директиви Директивою 98/83/ЄС [36] та може негативно впливати на мікробіологічну якість фасованих негазованих питних вод у разі тривалого їх зберігання [57]. Рівні вмісту нітратів, фторидів та натрію перевищують нормативи згідно з Директивою 98/83/ЄС [36]. Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, переважна більшість (9) належить до «індикаторних» показників згідно з Директивою 98/83/ЄС [36], однак з-поміж них тільки рівні каламутності та хлоридів значно не

**Максимальний вміст показників якості у питній воді, у тому числі
доочищеній водопровідній, з підземних джерел**

Показник, одиниця виміру	Норматив		Вміст
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС	
Кремній, мг/л	≤ 10,0	–	37,8
Сухий залишок після знесолення, мг/л	≤ 1000 100-1000	–	1394 10
Забарвленість, град.	≤ 20 (10)*	**	25
Нітрати, мг/л	≤ 50 (10)*	≤ 50	60
Загальна лужність, ммоль/л	≤ 6,5	–	8,0
Марганець, мг/л	≤ 0,05	≤ 0,05	0,22
Водневий показник, одиниці рН	6,5-8,5	6,5 (4,5)-9,5	5,7-8,7
Загальна жорсткість, ммоль/л	≤ 7,0	–	9,0
Каламутність, НОК	≤ 1,0 (0,5)*	**	16,5
Залізо, мг/л	≤ 0,2	≤ 0,2	0,6
Фториди, мг/л	≤ 1,50	≤ 1,5	1,94
ПО, мг/л	≤ 5,0 (2,0)*	≤ 5,0	2,2
Нітрити, мг/л	≤ 0,5 (0,1)*	≤ 0,5	0,5
Натрій, мг/л	≤ 200	≤ 200	410
Хлориди, мг/л	≤ 250	≤ 250	373
Йод, мкг/л	≤ 50	–	60

Примітки:

* норматив, зазначений у дужках, поширюється на негазовані фасовані питні води;

** прийнятний, без аномальних змін.

відповідають зазначеному нормативному у цьому документі та українському, тому відповідний вміст цих показників у питних водах слід оцінювати як забруднення,

вміст каламутності може негативно впливати на мікробіологічну якість питних вод [57].

Встановлено, що вміст 19 показників, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості, не відповідає чинним в Україні гігієнічним вимогам для вод питних фасованих та з пунктів розливу. Вміст фенолів (у 2-х пробах після очищення води методом зворотного осмосу) у питній воді виявляється, на нашу думку, через понаднормативну міграційну здатність матеріалів, що використовуються у системі водопостачання. У питних водах після додаткового очищення водопровідної з поверхневих джерел згідно з чинним законодавством України виявлено у понаднормативних кількостях токсичні речовини – хлороформ (до 18 ГДК) та нітрати (до 1,5 ГДК); у питних водах, з підземних джерел, водопровідних, – кремній (до 3,8 ГДК), нітрати (до 6 ГДК), фтор (до 1,3 ГДК), нітрити (до 5 ГДК), натрій (до 2 ГДК). Понаднормативний вміст ПО, забарвленості, речовин групи азоту, каламутності може мати негативний вплив на мікробіологічні показники якості питних вод [57].

Отже, дуже часто встановлене обладнання для обробки питної води з пунктів розливу та фасованої неспроможне довести якість вихідної води до гігієнічних вимог. Зазначена ситуація складається через відсутність професійного підбору обладнання, попереднього моніторингу якості вихідних вод згідно з вимогами законодавства та державного контролю якості питних вод тощо.

Висновки до розділу 5

1. Показано, що основною гігієнічною, науково-технічною та соціальною проблемою в Україні залишається проблема якості питних вод. У зв'язку із використанням для її отримання застарілих технологій водоочищення на водопровідних станціях на фоні інтенсивного хімічного та бактеріального забруднення вододжерел питома вага нестандартних проб питної води протягом 2012-2016 рр. збільшилася у 1,4 та 2,3 раза відповідно та в середньому по країні становила за санітарно-хімічними показниками 18,4 %, за бактеріологічними –

6,4 %. Основними чинниками зазначених змін може бути низька ефективність хлору, виникнення аварійних ситуацій у мережах водопостачання та водовідведення, посилення вимог законодавства у 2015 р. щодо якості питної води.

2. Питне водопостачання України майже на 80 % забезпечується поверхневими водами, однак підземну воду використовує більша кількість комунальних (87 %), відомчих (98,9 %) та сільських (98,6 %) водопроводів. Водопроводи за величиною питомої ваги таких, що працюють із порушеннями санітарних норм, можливо розташувати у такий ряд: комунальні (8,9 %) > сільські (7,3 %) > відомчі (2,7 %). Найчастіше порушення санітарних норм виявляються у роботі відомчих (20 %) та сільських (8,3 %) водопроводів у разі використання поверхневої води, комунальних (9,2 %) – підземної. Регіони, де найчастіше виявляються комунальні, відомчі та сільські водопроводи, що не відповідають санітарним нормам, можливо розташувати у такий ряд: Луганська > Житомирська > Харківська > Івано-Франківська > Закарпатська > Тернопільська > Донецька; тільки відомчі та сільські – м. Севастополь > Волинська > Запорізька області.

3. Основними чинниками незадовільного санітарного стану питних водопроводів є: відсутність зон санітарної охорони (75,6 %), необхідного комплексу очисних споруд (18,8 %) та ефективного знезараження (16,1 %). Майже у всіх областях України є відповідні водопроводи, такі, що постачають водопровідну воду з підземних джерел невідповідної якості за 9-тю показниками, що характеризують мінеральний склад, серед яких 7 належать до «індикаторних», їх вміст здебільшого суттєво перевищує (у 2,0-4,4 разів) чинні рівні максимально дозволеного вмісту згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10.

4. Підтверджено, що нецентралізоване є найпроблемнішим видом питного водопостачання та найпоширенішим у сільській місцевості. Проблеми нецентралізованого питного водопостачання потребують комплексного вирішення майже у всіх областях України. У середньому частіше, ніж кожна четверта та третя проби (у окремих регіонах ці показники значно вищі) із колодязів, каптажів джерел та індивідуальних свердловин не відповідають гігієнічним вимогам за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками відповідно, що збігається з

даними 2007 р. Загалом якість води колодязів порівняно з якістю води каптажів джерел та індивідуальних свердловин гірша за санітарно-хімічними показниками у 1,6 раза та 1,4 раза відповідно, за бактеріологічними показниками якість води колодязної та з каптажів джерел у 3,2 раза кожна гірша за якість води із індивідуальних свердловин.

5. Результати досліджень якості води із споруд нецентралізованого питного водопостачання підтвердили наявність антропогенного забруднення відповідних вод через вміст нікелю, фенолів, формальдегіду, а також таких, що можуть носити природний або антропогенний характер. Виявлено вміст каламутності (до 4,2 ГДК), загального заліза (до 12,2 ГДК), марганцю (до 1,6 ГДК), загальної жорсткості (до 1,8 ГДК), що належать до «індикаторних» згідно з вимогами європейського законодавства, але у концентраціях, що суттєво перевищують відповідні гігієнічні нормативи. Максимальні рівні проблемних показників у воді з бюветів міста Києва складають для каламутності – до 10,1 ГДК, селену – до 2,3 ГДК, загальної лужності – до 1,9 ГДК, хлоридів – до 1,8 ГДК, загального заліза – до 1,5 ГДК, загальної жорсткості – до 1,3 ГДК, амонію – до 1,1 ГДК. Більшість зазначених показників відносять до «індикаторних».

6. Виявлено, що через дефіцит або відсутність вод питної якості населені пункти від 8 до 11 областей України забезпечувалися привізними питними водами в автоцистернах. Встановлено проблемні області, де у 2016 р. порівняно з 2015 р. виявилось збільшення відповідної питомої ваги населених пунктів: Донецька (на 100 %), Дніпропетровська (на 42 %), Миколаївська (на 18 %).

7. На підставі порівняльної оцінки нормативної документації та якості питних вод фасованих та з пунктів розливу, що виготовлялися у 2001-2007 рр. та 2013-2017 рр. з комерційною метою встановлено, що ситуація із нормативним забезпеченням цієї галузі змінилася на краще після надання чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 у 2010 р. За частотою відхилення у питній воді від гігієнічних нормативів показники якості питних вод, що виготовляються з питних водопровідних, можливо розташувати у такий ряд: хлороформ та інші ТГМ (51 %) > сухий залишок (36 %) > ПО (24 %) > забарвленість (12 %) > амоній (9 %)

та нітрати (9 %) > феноли (6 %) > водневий показник (3 %), кремній (3 %), натрій (3 %), хлориди (3 %), йод (3 %). Зокрема, перші 8 показників виявляються, переважно, у питних водах, що виготовляються з поверхневих джерел питного водопостачання. Найчастіше виявляється комбінація хлороформу (у концентрації > 6 мкг/л) та сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л), або один із цих показників. Більше як половина питних вод фасованих та з пунктів розливу виготовляється з підземних джерел питного водопостачання. За частотою відхилення у питній воді від гігієнічних нормативів показники якості питних вод із підземних джерел можливо розташувати у такий ряд: кремній (47 %) > сухий залишок (24 %) > забарвленість (16 %) > нітрати (11 %) > лужність (11 %), марганець (8 %), водневий показник (8 %), загальна жорсткість (8 %), каламутність (8 %) > загальне залізо (5 %) > фтор (3 %), ПО (3 %), нітрити (3 %). Найчастіше виявляється понаднормативний вміст кремнію або його комбінація з одним або декількома показниками одночасно.

8. Встановлено, що до невідповідної якості питної води фасованої та з пунктів розливу комерційного призначення призводить відсутність професійного підбору водоочисного обладнання, зокрема раціональної схеми та технології водопідготовки, а також державного нагляду за якістю питної води тощо. Схеми водопідготовки питної води з пунктів розливу в особисту тару споживача та фасованої розробляються без врахування типу, якості вихідної води та ефективності методів водопідготовки. Останнім часом виробники зазначених вод, що виготовляють її як із водопровідних питних, так і підземних джерел зазвичай використовують типову схему, що включає такі методи: освітлення, пом'якшення, зворотний осмос, сорбцію, УФ-знезараження. У переважній більшості випадків технологія обробки питних вод потребує змін із збільшення ефективності сорбуючих засипок та вмісту мінеральних речовин. Зазначене призводить не тільки до виробництва питної води невідповідної якості, а й у багатьох випадках до недоцільного подорожчання виробництва, а отже, нераціонального використання водних ресурсів.

Матеріали розділу були висвітлені в таких публікаціях:

1. Зоріна О. В. Результати гігієнічної оцінки якості водопровідної питної води України та новий порядок інформування споживачів // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 1 (51). С. 38-47 [464].
2. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Соболев В. А. Современное состояние и нормативное обеспечение централизованного водоснабжения Украины // Гігієна Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 86-95 [465].
3. Прокопов В. О., Загайський С. І., Зоріна О. В. Гігієнічні проблеми якості питної води, що видобувається із підземних джерел // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 49. С. 45-50 [466].
4. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод нецентралізованого питного водопостачання та удосконалення нормативно-правового регулювання у цій сфері [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБІП України, 2018. Вип. 2 (72). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10631/9348> [468].
5. Зоріна О. В. Наукові аспекти забезпечення населення привізними питними водами // Екологія та ноосферологія. 2018. № 29 (1). С. 42-46 [470].
6. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод фасованих і доочищених з пунктів розливу за санітарно-хімічними показниками // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 2 (11). С. 9-15 [472].

РОЗДІЛ 6

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТА ВІТЧИЗНЯНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЩОДО ЯКОСТІ ПИТНИХ ВОД

Водне європейське законодавство базується на концептуальній Водній Рамковій Директиві ЄС 2000/60/ЄС [218], що в майбутньому повинна замінити всі інші, та великому переліку взаємопов'язаних директив, однією з яких є Директива 98/83/ЄС [36]. Ключова мета цієї директиви полягає у захисті здоров'я людини від несприятливого впливу забрудненої води, призначеної для споживання (користування) людиною, гарантуючи відповідну якість цієї води шляхом встановлення науково обґрунтованих нормативів і визначення вимог до її моніторингу.

Після набрання чинності Угоди про асоціацію Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС. У 2010 році в Україні було розроблено та надано чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], що були гармонізовані з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] та вміщують гігієнічні вимоги щодо безпечності та якості до всіх видів питних вод (водопровідних, фасованих, з пунктів розливу (автоцистерн, кіосків), бюветів, колодязів та каптажів джерел). Під час розробки ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] використано рекомендації ВООЗ [61, 269], а також положення Директиви 98/83/ЄС [36], що зводяться до такого [474]:

1. Директива не накладає на державу – члена ЄС час впровадження нормативної бази в національне законодавство. Зокрема, не всі країни ЄС здійснюють чинні директиви у повному обсязі [475].

2. Заходи по виконанню Директиви ні за яких обставин не повинні призвести до зниження наявної якості питної води, оскільки від цього залежить здоров'я людей.

3. У національних нормативних документах держава – член ЄС може збільшувати кількість показників порівняно з переліком Директиви, а нормативи можуть бути жорсткішими там, де це необхідно для попередження захворюваності населення. Зокрема, у багатьох європейських країнах, що мають відповідний

розвиток науки та матеріальне забезпечення, для деяких показників встановлюються жорсткіші нормативи, ніж у Директиві 98/83/ЄС [36]. Аналогічно у деяких штатах США та інших країнах, що можуть матеріально собі це дозволити, якість води регламентується жорсткіше щодо загальних національних вимог [441, 442, 445].

Отже, розробка ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] ґрунтувалася на розроблених концептуальних підходах з метою гармонізації з європейським законодавством та одночасним урахуванням вимог українського водного і санітарного законодавства, сучасних наукових даних та регіональних особливостей країни.

У 2015 р. у Директиву 98/83/ЄС [36] було внесено зміни, тому на сьогодні є актуальним встановити відповідність української нормативної бази з якості питних вод вимогам європейського законодавства, без чого неможлива його імплементація.

Результати проведених досліджень свідчать, що кількість показників у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] для всіх видів питних вод, крім колодязних та з каптажів джерел, майже збігається з регламентованою у Директиві 98/83/ЄС [36], однак значно менша за рекомендовану ВООЗ [474] (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Кількість показників якості питної води у документах України та ЄС

Час надання чинності	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС	Рекомендації ВООЗ
16.07.2010 р.	21-47*	50*	>100
01.01.2015 р.	31-56*		
01.01.2020 р.	31-68*		

Примітка. * кількість показників може коливатися та визначається для кожного виробника індивідуально.

Як можна бачити з таблиці 6.1, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] закладено поетапне впровадження показників безпечності та якості питної води: перелік показників гігієнічної оцінки питної води збільшується через кожні 5 років із часу набрання чинності цього документа упродовж 10 років.

У Директиву 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] закладено подібні підходи з індивідуального визначення переліку показників, що потребують контролю, для кожного виробника питної води. Кількість показників у ДСанПіН [38] може коливається залежно від більшого переліку чинників, а саме: виду вихідної та питної води, методів водоочищення тощо, що має в основі економічне підґрунття.

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] для 33 показників якості питної води встановлено декілька нормативів залежно від обробки, типу вихідної і питної води чи практичної можливості впровадження жорсткіших нормативів, а також передбачено поетапний підхід із зменшення значень нормативів. Наприклад, норматив для загального мікробного числа при $t\ 37^{\circ}\text{C}$ (24 год) встановлено з часу набрання чинності Санітарних норм на рівні ≤ 100 КУО/см³, а через 10 років цей норматив зміниться (≤ 50 КУО/см³). Це традиційні підходи, що закладені як в Директиву Ради ЄС, так і в документи колишнього СРСР, а на сьогодні України, Росії, США тощо [445, 473].

У Директиві 98/83/ЄС [36] зазначено, що предметом перевірного моніторингу повинні бути показники, що зазначені у цьому документі, а також додаткові, що можуть бути наявні у воді. Зокрема, питна вода не повинна вміщувати будь-які мікроорганізми та паразити, і будь-які речовини, які, у сукупності або концентрації, становлять потенційну загрозу для здоров'я споживачів. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] вказано, що вміст у питній воді шкідливих речовин, не зазначених у Санітарних нормах, не повинен перевищувати їх граничнодопустимих концентрацій, визначених санітарними нормами для поверхневих вод. Подібний принцип було закладено у СРСР, де використовували для контролю якості питної води нормативи, зазначені у двох документах – ГОСТ 2874-82 [37] та СанПіН 4630-88 [457].

В українському нормативному документі порівняно з Директивою 98/83/ЄС [36] встановлено гігієнічні нормативи для більшої кількості побічних продуктів дезінфекції та залишкового вмісту реагентів. Зокрема, у європейському документі відсутні такі показники: поліфосфати, хлор залишковий, діоксид хлору,

озон залишковий, срібло, хлорити, поліакриламід, формальдегід, хлороформ, дибромхлорметан, хлорфеноли, тетрахлорвуглець. Однак, у Директиву включено такі відповідні показники, що відсутні у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]: акриламід, епіхлоргідрин та бромат.

Згідно з рекомендаціями ВООЗ [269] та Директивою 98/83/ЄС [36] нормативні величини, що зазначені у цих документах, не треба розглядати як такі, до яких необхідно знизити якість питної води; ВООЗ рекомендує якість питної води постійно поліпшувати до максимально можливих рівнів. Через зазначене затверджені у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] рівні вмісту хімічних речовин та елементів відповідають нормативам згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] чи є жорсткіші, але на рівні ГДК, які були обґрунтовані науковими дослідженнями та затверджені у встановленому порядку в Україні до 2010 р. До національного нормативного документа включено 30 пріоритетних для України показників якості питної води, контроль більшості яких був налагоджений в країні ще за часів УРСР, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36] (додаток В). У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] передбачено контролювання пріоритетних в Україні радіонуклідів, що мають науково обґрунтовані нормативи та стандартизовані методи визначення. Щодо показників епідемічної безпеки, то кількість регламентованих нормативів для водопровідних вод у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] на 4 більша, ніж у Директиві 98/83/ЄС [36] (табл. 6.2).

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] включено патогенні ентеробактерії, колифаги та ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36] та слід визначати у питній воді, яка походить із підземних водоносних горизонтів, які не зазнають впливу поверхневих вод, у разі виявлення у двох послідовно відібраних пробах води *E.coli*, ентерококів чи загальних коліформ. У питній воді, що походить із поверхневих та підземних джерел питного водопостачання, що зазнають впливу поверхневих вод, патогенні ентеробактерії та ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші слід визначати у разі виявлення у двох послідовно відібраних пробах води *E.coli*, ентерококів, загальних коліформ чи колифагів.

**Показники епідеміологічної безпеки водопровідної питної води
у Директиві 98/83/ЄС та ДСанПіН 2.2.4-171-10**

Найменування показників	Нормативи, не більше	
	Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Мікробіологічні показники		
1. Escherichia coli (E. coli)	0 / 100 мл	0 / 100 мл
2. Ентерококи	0 / 100 мл	0 / 100 мл
3. ЗМЧ за температури 37°C	–	100 / мл
4. Патогенні ентеробактерії	–	0 / 1 л
5. Коліфаги	–	0 / 1 л
6. Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	–	0 / 10 л
Паразитологічні показники		
7. Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидію кишкового та інші, клітини, цисти	–	0 / 50 л
8. Кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки	–	0 / 50 л
Індикаторні показники епідемічної безпеки згідно з Директивою 98/83/ЄС		
9. ЗМЧ за температури у 22°C	без аномальних змін	–
10. Загальні коліформи	0 / 100 мл	0 / 100 мл
11. Clostridium perfringens (включаючи спори)	0 / 100 мл	–

Паразитологічні показники, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36], визначають у питній воді з поверхневих та підземних джерел питного

водопостачання у разі впливу на їх якість поверхневих вод та ускладнення санітарно-епідемічної ситуації. Такий показник як *Clostridium perfringens* не включено у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], однак згідно з європейським документом його слід визначати у питній воді, що походить з поверхневих та підземних джерел питного водопостачання, які зазнають впливу поверхневих вод. У разі виявлення *Clostridium perfringens* (включаючи спори) слід проводити дослідження води на вміст хвороботворних мікроорганізмів, наприклад, криптоспоридій. У Директиві 98/83/ЄС [36] також зазначено, що вода питної якості не повинна вміщувати будь-які мікроорганізми та паразити, і будь-які речовини, які у сукупності або концентрації, становлять потенційну загрозу для здоров'я споживачів.

Як можна бачити з табл. 6.2, всього у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] регламентовано 9 показників епідемічної безпеки, при цьому постійно (у разі відповідної якості питної води за цими показниками) контролюють 7 у водопровідних водах, що виготовляються з поверхневих і підземних незахищених водоносних горизонтів, та 4 – із підземних захищених водоносних горизонтів, серед них мікробіологічних – 5 та 4 відповідно. У Директиві 98/83/ЄС [36] для водопровідних вод зазначено нормативи для 5 мікробіологічних показників у разі використання вод, що зазнають впливу поверхневих вод, та 4 – у разі використання інших вод. Отже, кількість показників для контролю якості питних вод, що виготовляються з підземних захищених водоносних горизонтів, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] відповідає тій, що зазначена у Директиві 98/83/ЄС [36]. Однак, серед усіх зазначених показників епідемічної безпеки та їх нормативів у санітарних нормах [38] і Директиві [36] лише три показника та норматива збігаються.

Всього для питних вод фасованих у ДСанПіН [38] регламентовано 11 показників епідемічної безпеки, при цьому постійно (у разі відповідної якості питної води за цими показниками) контролюють 9 у таких, що виготовляються з водопровідних вод із поверхневих і підземних незахищених водоносних горизонтів, та 6 – із підземних захищених водоносних горизонтів, серед них мікробіологічних – 7 та 6 відповідно (табл. 6.3).

**Показники епідеміологічної безпеки питної води у Директиві 98/83/ЄС
(призначеної для фасування) та ДСанПіН 2.2.4-171-10 (фасованої)**

Найменування показників	Нормативи, не більше	
	Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Мікробіологічні показники		
1. Escherichia coli (E. coli)	0 / 250 мл	0 / 100 мл
2. Ентерококи	0 / 250 мл	0 / 100 мл
3. ЗМЧ за температури 22°С	0 / 100 мл	0 / 100 мл
4. ЗМЧ за температури 37°С	20 / мл	20 / мл
5. Pseudomonas aeruginosa	0 / 250 мл	0 / 100 мл
6. Патогенні ентеробактерії	–	0 / 1 л
7. Коліфаги	–	0 / 1 л
8. Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	–	0 / 10 л
Паразитологічні показники		
9. Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидію кишкового та інші, клітини, цисти	–	0 / 50 л
10. Кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки	–	0 / 50 л
Індикаторні показники епідемічної безпеки згідно з Директивою 98/83/ЄС		
11. Загальні коліформи	0 / 250 мл	0 / 100 мл
12. Clostridium perfringens (включаючи спори)	0 / 100 мл	–

У Директиві 98/83/ЄС [36] для вод, що призначені для розливу у споживчу тару, зазначено нормативи для 7-ми мікробіологічних показників (один

визначається у разі використання вод, що зазнають впливу поверхневих вод), з-поміж них два показники та нормативи збігаються з відповідними у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], 4 показники (E.Coli, Ентерококи, *Pseudomonas aeruginosa* та загальні коліформи) мають жорсткіші нормативи у Директиві [36], ніж у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Кількість показників для контролю якості фасованих питних вод, що виготовляються з підземних захищених водоносних горизонтів, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] відповідає тій, що зазначена у Директиві 98/83/ЄС [36].

Обидва документи вміщують жорсткіші вимоги до фасованих питних вод (порівняно з водопровідними) за мікробіологічними показниками. Нормативи для фасованих вод жорсткіші у Директиві 98/83/ЄС [36] для 4-х показників (загальні коліформи, ЗМЧ за температури у 22°С, що вже не індикаторний показник, E. Coli, Ентерококи), зазначено також 2 додаткових (ЗМЧ за температури у 37°С, *Pseudomonas aeruginosa*). У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] норматив жорсткіший для одного показника (ЗМЧ за температури у 37°С) та зазначено 2 додаткових (ЗМЧ за температури у 22°С, *Pseudomonas aeruginosa*).

Як підсумок, різниця у нормуванні показників епідеміологічної безпеки для фасованих питних вод порівняно з водопровідними у Директиві 98/83/ЄС суттєвіша, ніж у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

Що стосується різниці нормування якості водопровідних та фасованих питних вод за санітарно-хімічними показниками, то у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] висувуються жорсткіші вимоги до фасованих питних вод, ніж для водопровідних. За нашою ініціативою, у концепцію вибору переліку та нормативних значень для визначення гігієнічних вимог закладено такий основний постулат – питні води фасовані та з пунктів розливу, що розливаються з комерційною метою, повинні бути поліпшеної якості та відповідати підземній питній воді, захищеній від біологічного, радіаційного та хімічного забруднення (артезіанській, міжшаровій безнапірній, джерельній), яким рекомендовано надавати перевагу при виборі джерела [476]. Різниця у нормативах передусім пов'язана з тим, що сучасні технології на водопровідних станціях сприяють утворенню або не мають бар'єрної

функції щодо низки показників якості питної води, тобто глибоке видалення яких на водопровідних спорудах водопровідних станцій є економічно невиправданим, а підходи водопідготовки фасованих питних вод дозволяють здійснювати глибоке видалення будь-яких речовин, що є необхідним для підготовки питної води поліпшеної якості. Отже, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] нормативна база щодо безпечності та якості водопровідної, колодязної та каптажної питної води є розумним компромісом між бажаним та економічно доцільним. Фасовані питні води повинні мати поліпшену якість за такими показниками: органолептичними, амонієм, нітратами, нітритами, ПО, залишковим хлором, поліфосфатами, алюмінієм, а також побічними продуктами дезінфекції. Необхідність поліпшення якості фасованої питної води торкається здебільшого показників, що визначають вміст канцерогенних речовин, хімічних препаратів для обробки питної води, а також забруднювачів, що негативно впливають на бактеріальний склад негазованої питної води у разі її тривалого зберігання у герметичній тарі (ПО, нітрати, нітрити, амоній тощо). Дані наукових досліджень підтверджують, що вимоги до фасованої питної води повинні бути жорсткіші, ніж для водопровідної через різницю між водами: в умовах зберігання, об'ємах, що зберігаються, матеріалах ємностей для зберігання, часі зберігання, необхідності обробки перед споживанням тощо [57, 477-481]. Такий підхід щодо поліпшення якості фасованої питної води відповідає впровадженому у Росії, США та країнах колишнього СРСР [445, 446, 473].

У Директиві 98/83/ЄС не передбачено різні вимоги щодо санітарно-хімічних показників для водопровідних та фасованих питних вод, однак, як уже зазначалося, більшість виробників фасованих питних вод у Європі працює за стандартами Асоціації виробників фасованих питних вод, що є жорсткішими за стандарти Директиви 98/83/ЄС [36]. Гігієнічні вимоги для питної води ЕРА, що використовуються у США, Канаді, Мексиці, країнах Центральної та Південної Америки, Південно-Східної Азії, а також у Росії та Казахстані щодо санітарно-хімічних показників для питних вод фасованих жорсткіші, ніж для водопровідних, у США встановлено два нормативи майже для всіх санітарно-хімічних показників, жорсткіший з них – рекомендований [445]. Зазначене насамперед пояснюється тим,

що встановлення нормативів якості питних водопровідних вод проводиться з урахуванням результатів аналізу важливості завдання і витрат на його реалізацію [480, 481].

Слід зупинитися на тому, що у ДСанПіН [38] на відміну від Директиви [36] рекомендовано межі коливання нормативів для показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (загальна лужність, магній, загальна мінералізація, загальна жорсткість, фтор). А також зазначено окремі вимоги до фасованих питних вод, що можуть споживатися дітьми з перших днів життя та до трьох років.

У Директиві 98/83/ЄС [36] серед загальної кількості нормативів 20 показників є індикаторними: 15 – санітарно-хімічними, 3 – мікробіологічними та 2 – радіологічними (додаток В). Індикаторні показники повинні визначатися як для проведення кількісної оцінки, так і спостереження за змінами якості питної води (моніторингу). Згідно з європейським документом [36] у разі наднормативного вмісту індикаторного (-их) показника (-ів) компетентний орган повинен вирішити, чи становить відповідна якість питної води певний ризик для здоров'я споживачів. Якщо це необхідно, треба вживати заходів щодо поліпшення якості питної води. У разі, коли якість води не відповідає нормативам за індикаторними показниками, компетентний орган в державі повинен визначити суттєвість цих порушень та ступінь небезпеки для здоров'я населення. І тільки там, де виявлено, що це справді необхідно для здоров'я населення, впроваджують відповідні заходи. Отже, нормативи для індикаторних показників встановлено «із запасом», тому можуть бути збільшені до меж, що гарантують безпечність питної води для здоров'я людини. Такий підхід обумовлений органолептичною ознакою шкідливості або непрямим впливом на здоров'я споживачів, а також несуттєвою бар'єрною здатністю традиційних споруд водопровідних станцій щодо цих показників та переважно природним їх вмістом [482].

Подібний підхід застосовували ще у СРСР для 6 санітарно-хімічних показників (ГОСТ 2874-82 [37]). Було лише бажано мінімізувати концентрацію, наприклад, загального заліза у питній воді до 0,3 мг/л. Залізо у більших

концентраціях погіршує каламутність та інші органолептичні показники якості питної води, сприяє розмноженню залізобактерій на внутрішніх поверхнях водопровідних мереж, утворенню на них щільного осаду заліза, поступовому закупоренню та руйнуванню водопровідних труб [35, 300]. Отже, норматив для заліза 0,3 мг/л був лише профілактичним заходом з метою стабілізації якості питної води, максимальним значенням нормативу вважали – 1,0 мг/л [37]. У чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] подібних показників у 2 рази менше (9 показників), ніж в Директиві 98/83/ЄС [36], а підвищення їх нормативів до вказаних максимальних значень можливе лише до 01.01.2020 р. в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу (табл. 6.4).

Як можна бачити з таблиці 6.4, через наявність максимальних значень нормативів для 8 індикаторних показників у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] вимоги встановлено жорсткіші, ніж у Директиві 98/83/ЄС [36]. Щодо органолептичних показників, то у Директиві 98/83/ЄС [36] та рекомендаціях ВООЗ [269] не наводяться кількісні нормативи, але наголошується, що їх значення слід встановлювати згідно із місцевими чинниками (соціальними, культурними), умовами навколишнього середовища тощо. Нормативи у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] встановлено на підставі довготривалого відповідного нормування та даних експериментальних досліджень, якими доведено, що зміна органолептичних властивостей води негативно рефлексивно діє на питний режим та фізіологічні функції організму людини [321]. Серед 10-ти зазначених у таблиці 6.4 показників 8 входять до переліку індикаторних показників Директиви 98/83/ЄС [36] (додаток Д). У Директиві [36] перелік відповідних показників на 6 показників більший, один із яких є інтегральним (електрична провідність) [38].

Через неперіоритетність для України та відсутність на час впровадження нормативного документу атестованих методів визначення у питній воді у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] відсутні 3 індикаторні показники та 6 обов'язкових показників у ЄС [483] (табл. 6.5).

**Показники якості водопровідної питної води,
що згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 мають два значення нормативів**

Норматив, одиниця виміру	Норматив	
	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС
Забарвленість, град.	≤ 20 (35)	*
Каламутність, НОК	$\leq 1,0$ (3,5) $\leq 2,6$ (3,5)* – для підземного вододжерела	**
Загальне залізо, мг/л	$\leq 0,2$ (1,0)	$\leq 0,2$
Загальна жорсткість, ммоль/л	$\leq 7,0$ (10,0)	***
Марганець, мг/л	$\leq 0,05$ (0,5)	$\leq 0,05$
Сульфати, мг/л	≤ 250 (500)	≤ 250
Сухий залишок, мг/л	≤ 1000 (1500)	***
Хлориди, мг/л	≤ 250 (350)	≤ 250
Алюміній, мг/л	$\leq 0,2$ (0,5)	$\leq 0,2$
Амоній, мг/л	$\leq 0,5$ (2,6)	$\leq 0,5$

Примітки:

* прийнятна для споживачів та без аномальних змін;

** прийнятна для споживачів та без аномальних змін, у разі обробки поверхневої води, слід прагнути знижувати вміст каламутності в питній воді після обробки до $\leq 1,0$ НОК;

*** замість сухого залишку та загальної жорсткості контролюють електропровідність.

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] не було включено такі показники як епіхлоргідрин та вінілхлорид, наявність яких у питній воді обумовлено передусім застосуванням полімерних матеріалів, оскільки в Україні допустимі рівні міграції

**Обов'язкові показники якості питної води,
що включені до Директиви 98/83/ЄС та відсутні у ДСанПіН 2.2.4-171-10**

Показник, одиниця виміру	Нормативи
Акриламід, мг/л	0,0001
Вінілхлорид, мг/л	0,0005
Епіхлоргідрин, мг/л	0,0001
Поліциклічні ароматичні вуглеводні (сума бензо(b)флуорантену, бензо(k)флуорантену, бензо(ghi)перилену, індено(1,2,3-cd)пирену), мг/л	0,0001
Бромат, мг/л	0,025
«Індикаторні» показники	
Електрична провідність, мкСм/см за температури у 20 °С	2500
<i>Clostridium perfringens</i> (включаючи спори), 0/100 мл	0
Тритій, Бк/л	100
Загальна доза іонізуючого опромінення, мЗв/рік	0,1

Примітка. 0,01 мг/л – через 10 років.

цих речовин у воду контролюються під час державної санітарно-епідеміологічної експертизи полімерних матеріалів, що контактують з питною водою. Традиційно в Україні контролюють не електричну провідність, а загальну жорсткість та сухий залишок, що мають науково обґрунтовані нормативи. Такі показники як поліциклічні ароматичні вуглеводні, бромати та акриламід не мали в Україні на 2010 р. дозволених згідно з вимогами законодавства для використання методів визначення. Слід зазначити також, що ГДК акриламід, вінілу хлористого та епіхлоргідрину, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості, у питній воді у країнах Європейського Союзу кожного з показників у 100 разів жорсткіші, ніж в Україні згідно з СанПіН 4630-88 [457].

Відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] у водопровідній питній воді слід контролювати 17 показників, гігієнічні нормативи для яких відповідають нормативам, що зазначені у Директиві ЄС [36] (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

**Нормативи якості водопровідної питної води в Україні,
що збігаються з нормативами у Директиві 98/83/ЄС**

Показник, одиниця виміру	Нормативи	
	Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Миш'як, мг/л	0,01	
Селен, мг/л	0,01	
Свинець, мг/л	0,01	
Нікель, мг/л	0,02	
Нітрати (по NO ₃), мг/л	50,0	
Пестициди (сума), мг/л	0,0005	
Пестициди індивідуальні, мг/л	0,0001	
ТГМ (сума), мг/л	0,1	
1,2 - дихлоретан, мг/л	0,003	
Бензол, мг/л	0,001	
Ціаніди	0,05	
Хром загальний, мг/л	0,05	
Сурма, мг/л	0,005	
Тетрахлоретилен, мг/л	0,010	
Трихлоретилен, мг/л		
E.coli, КУО/100 см ³	відсутність	
Ентерококи, КУО/100 см ³	відсутність	

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] рівні вмісту 6 показників жорсткіші, ніж у

Директиві 98/83/ЄС [36], але відповідають гігієнічним нормативам, які були розроблені та затверджені у встановленому порядку в Україні (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

**Нормативи якості водопровідної питної води в Україні,
що жорсткіші ніж у Директиві 98/83/ЄС**

Показник, одиниця виміру	Нормативи	
	Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Фториди, мг/л	1,5	0,7 / 1,2 / 1,5*
Мідь, мг/л	2,0	1,0
Бор, мг/л	1,0	0,5
Ртуть, мг/л	0,0010	0,0005
Кадмій, мг/л	0,0050	0,0001
Бенз(а)пірен, мкг/л	0,010	0,005

Примітка. * Норматив 1,5 мг/л встановлюється винятково для питної води фасованої, а для питної води водопровідної з пунктів розливу, бюветів встановлюється за кліматичними зонами.

За даними наукової літератури [3] питна вода – це вода, показники якості якої відповідають вимогам гігієнічних нормативів. Гігієнічний норматив щодо санітарно-хімічних показників якості питної води – концентрація речовин, що не перевищують допустимих ризиків для здоров'я при споживанні питної води протягом всього життя. Причому норматив приймається із запасом міцності. Тому відхилення від гігієнічних нормативів в короткотривалій або довготривалій перспективі не обов'язково означають, що вода непридатна для споживання. Кількість та період, на які будь-яка нормативна величина може бути перевищена без негативної дії на здоров'я населення, залежать від конкретної речовини. Однак, перевищення призводить до необхідності:

- вивчення чинників перевищення;
- розробки рекомендацій щодо усунення перевищень;
- планування заходів (в світі зазвичай визначаються на національному або регіональному рівні, а не на рівні індивідуального водопостачання);
- контроль щодо виконання заходів.

На відміну від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] Директива 98/83/ЄС [36] згідно з рекомендаціями ВООЗ [269] дозволяє тимчасові відхилення якості водопровідної питної води від встановлених нормативів за деякими хімічними показниками (додаток Е) відповідно до визначеного у ній порядку. Надання відповідних тимчасових дозволів не одне десятиліття проводилося в Україні, однак з 2011 р. заборонено через відсутність адекватного механізму реалізації та поліпшення якості некондиційних водопровідних питних вод.

Згідно з Директивою ЕУ 2015/1787 [484] у 2015 р. у Директиву 98/83/ЄС [36] було внесено зміни щодо порядку проведення моніторингу якості питної води, що не враховано у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Згідно з вимогами українського нормативного документа [38] виробники питних вод повинні проводити виробничий контроль якості питних вод, що головним чином, проводиться перед її надходженням у розподільну мережу, лише радіаційні показники контролюють у місцях водозаборів поверхневих та підземних джерел питного водопостачання (один раз на три роки), у водопровідній мережі споживача контролюють органолептичні та мікробіологічні показники.

Згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] слід проводити моніторинг якості питної води за всіма показниками у пунктах відповідності. Новий термін «пункт відповідності якості питної води» за нашою ініціативою був введений у 2017 р. у Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» [71]. Пунктом відповідності вважають місце відбору проб води, в якому встановлюється відповідність якості води гігієнічним вимогам, а саме:

- з кранів систем питного водопостачання – для водопровідної питної води;

– в місцях використання на підприємстві – для питної води, використовуваної для виробничих (технологічних) потреб;

– в місцях розливу в тару споживача – для питної води з пунктів розливу питної води;

– в місцях розливу в споживчу тару – для фасованої питної води.

Програми моніторингу розроблюються компетентними органами з дотриманням мінімальних вимог, що зазначені у Директиві [36] (додаток Ж) та можуть бути засновані на оцінці ризику, викладеній у міжнародних стандартах [36]. Результати оцінки ризику повинні підтвердити, що жоден чинник, який потенційно може очікуватися, ймовірно, не призведе до погіршення якості питної води та здоров'я споживача буде захищено. Належні програми моніторингу (на підставі оцінки ризиків або без неї) повинні розроблятися компетентними органами, розглядатися на постійній основі, оновлюватися або продовжуватися кожні п'ять років [36].

Якість водопровідної питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] контролюється за переліком показників під час скороченого періодичного контролю, що було гармонізовано з відповідним переліком для перевірного моніторингу відповідно до Директиви 98/83/ЄС [36] (до внесення змін 2015 р.) та відповідає переліку пріоритетних забруднень питної води в Україні. Всього у Директиві 13 відповідних показників, в ДСанПіН 2.2.4-171-10 – 27 (додаток 3) [38]. На відміну від Директиви 98/83/ЄС [36] український нормативний документ вміщує періодичність відбору проб під час скороченого періодичного контролю якості питної води за більшим переліком залишкової кількості реагентів, що можуть використовуватися на водопровідних станціях України, а саме також зазначено: поліфосфати, поліакриламід та кремній (не рідше ніж 1 раз на зміну), хлор, озон, діоксид хлору (не рідше ніж 1 раз на годину). Збільшено також перелік показників, що потребують відповідного контролю, вміст яких може збільшуватися через обробку реагентами, а саме доповнено: хлоритами – у разі застосування діоксиду хлору, хлороформом – у разі хлорування води з поверхневих джерел питного водопостачання,

хлорфенолами – у разі присутності фенолів у вихідній воді та проведення знезараження хлорвмісними реагентами, формальдегідом – у разі озонування води. Перелік відповідних показників доповнено на той час забруднювачами поверхневих вод України – нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, феноли. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] передбачено розширення переліку показників скороченого періодичного контролю за наявності особливостей хімічного складу води джерела питного водопостачання, методів водопідготовки або зниження періодичності скороченого виробничого контролю водопровідної питної води вдвічі, якщо концентрація речовини є стабільною та не перевищує 75 % їх ГДК.

Якщо у Директиві 98/83/ЄС [36] регламентовано проведення моніторингу якості питної води у мережі (пунктах відповідності), то у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] виробничий контроль якості питної води проводиться у розподільній мережі лише за мікробіологічними та органолептичними показниками (хлороформ визначають у разі дохлорування на спорудах мереж водопостачання) і залежить від кількості населення, що забезпечується питною водою з даної системи водопостачання.

Порівняльний аналіз частоти проведення досліджень якості водопровідної питної води за мікробіологічними та органолептичними показниками у розподільній мережі згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] [485] показав таке. За двома зазначеними документами частота проведення відповідних досліджень зростає з підвищенням потужності водопроводу. У Європі спостерігається інтенсивніше та прямо пропорційне зростання кількості проб на рік для проведення відповідних досліджень, в Україні – поетапне обмежене підвищення (від 12 до 1200 проб/рік). Зокрема, для водопроводів з потужністю $\leq 400\,000$ м³/добу зазначена частота у двох документах майже збігається, а з більшими потужностями у європейському документі більша, водночас різниця збільшується прямо пропорційно продуктивності водопроводу (рис. 6.1).

На сьогодні у Директиві 98/83/ЄС [36] для проведення моніторингу якості всіх видів питних вод встановлено єдині вимоги, що залежать від середньої

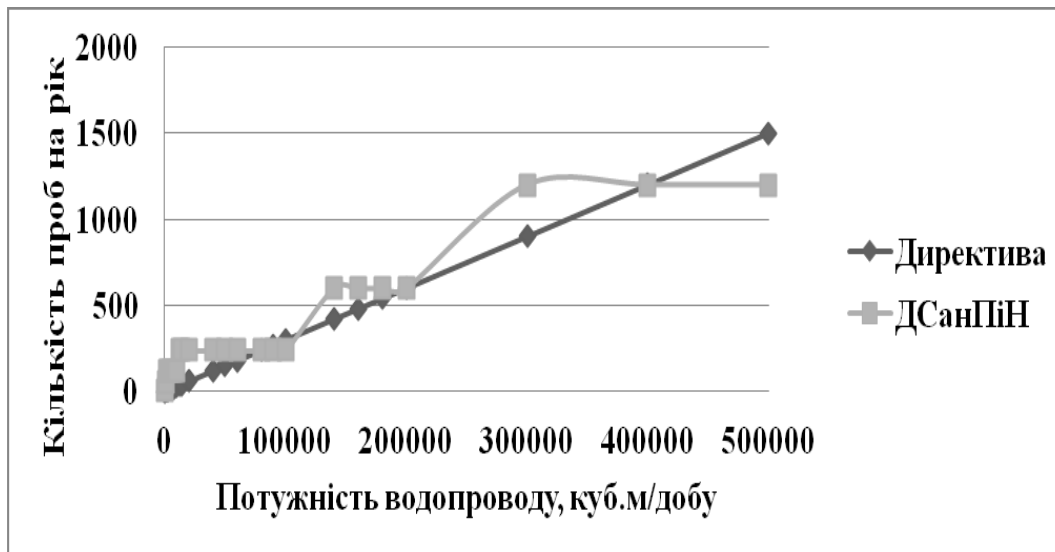


Рис. 6.1 – Частота проведення досліджень якості водопровідної питної води за мікробіологічними та органолептичними показниками у розподільній мережі згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

продуктивності системи водопостачання протягом календарного року ($\text{м}^3/\text{добу}$). У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] встановлена періодичність виробничого контролю, що до надання чинності цьому документу здебільшого використовувалася підприємствами з виготовлення фасованих питних вод в Україні та Росії.

В українському нормативному документі [38] вимоги до виробничого контролю якості питних вод централізованого та нецентралізованого (фасованих, з пунктів розливу, бюветів, колодязів та каптажів джерел) питного водопостачання мають свої відмінності. Періодичність здійснення виробничого контролю за всіма показниками якості питних вод, що зазначені у нормативному документі (за повною програмою), для виробників питних вод фасованих, з пунктів розливу та централізованого питного водопостачання з підземних джерел збігаються (один раз на рік), однак програми скороченого періодичного та скороченого контролю (мікробіологічні та органолептичні показники) для виробників питних вод фасованих та з пунктів розливу жорсткіші (у кожній партії та один раз на тиждень відповідно), ніж водопровідних вод із підземних джерел (один раз на місяць).

Директива 98/83/ЄС [36] дозволяє відсутність необхідного захисту джерел питного водопостачання, але за умови, що будуть впровадженні технології перед надходженням питної води до споживачів, здатні забезпечити нормативну якість питної води. Зазначене не передбачено законодавством України.

Вимоги Директиви 98/83/ЄС [36] на відміну від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] поширюються на технологічну воду підприємств харчової промисловості, крім випадків, коли компетентний орган вважає, що використання такої води негативно не впливає на безпечність готового продукту харчування. Крім того, не поширюються на води: призначені для особистого застосування із індивідуальних джерел, потужністю менше, ніж 10 м³ на добу в середньому або такі, що використовують менше, ніж 50 осіб, якщо ця питна вода не постачається з комерційною метою або для громадського використання. При цьому споживачі такої питної води повинні бути поінформовані про це та про заходи, що можуть бути вжиті з метою захисту їх здоров'я у разі забруднення питної води. У Директиві 98/83/ЄС [36] висуваються єдині вимоги для питних вод водопровідних та з індивідуальних джерел. Український національний документ вміщує вимоги до якості колодязної (каптажної) питної води, однак вони менш жорсткі ніж для водопровідної, тому що розроблені з розумним компромісом між бажаним та можливим, з урахуванням чинних на той час нормативних документів [486, 487].

Слід звернути увагу, що згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] самі користувачі та споживачі несуть відповідальність за безпеку та якість питної води, яка міститься у внутрішній розподільній системі. Зазначена система – це мережі, арматура на них, прилади та обладнання, засоби обліку та регулювання споживання житлово-комунальних послуг, які знаходяться між кранами, які зазвичай використовуються споживачем, та зовнішньою розподільною мережею, але тільки в тому разі, якщо вони не знаходяться в межах відповідальності водопостачальника згідно з вимогами законодавства. Отже, виробник питної води не несе відповідальності за погіршення якості питної води, якщо це сталося у водопровідній системі, яка, як і її технічне обслуговування, не знаходяться в межах його відповідальності, однак це не

стосується питної води для громадського використання, а саме громадських установ таких, як лікарні, школи, ресторани.

Якщо погіршення якості питної води сталося у внутрішній розподільній системі, слід:

а) вжити належних заходів з метою зменшення або усунення негативного впливу водопровідної води на здоров'я споживачів, таких, як консультація власників щодо будь-яких необхідних заходів, які вони можуть здійснити, та/або вжити інші заходи, такі, як належні методи експлуатації, з метою змін характеру або властивостей води до її надходження у внутрішню розподільну систему у такий спосіб, щоб зменшити або усунути негативний вплив водопровідної води на здоров'я споживачів. Слід забезпечити інформування та консультування відповідних споживачів щодо будь-яких можливих додаткових заходів із метою поліпшення якості питної води, які вони повинні та можуть здійснювати.

У Директиві 98/83/ЄС [36] велику увагу приділено необхідності інформування споживачів, зокрема, що здійснюється у разі:

- понаднормативного вмісту показників якості питної води та за наявності певного ризику для здоров'я споживачів;
- внесення змін у програму моніторингу якості питної води на підставі «оцінки ризиків»;
- встановлення тимчасового (-их) нормативу (-ів) та за наявності певного ризику для здоров'я споживачів;
- невідповідної якості води у внутрішній розподільній системі за наявності певного ризику для здоров'я споживачів;
- невідповідної якості води індивідуальних джерел, потужністю менше, ніж 10 м^3 на добу в середньому або такі, що використовують менше, ніж 50 осіб, за наявності певного ризику для здоров'я споживачів.

Кожні три роки на підставі вимог Директиви 98/83/ЄС [36] з метою інформування споживачів готується звіт щодо якості питних вод, проблем з якістю та шляхів її поліпшення. Разом з першим звітом видається другий – про заходи з поліпшення якості питної води, що були вжиті та плануються.

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] передбачено лише інформування споживачів питної води з бюветів, колодязів чи каптажів джерел у разі невідповідної якості питної води та неможливості її споживання шляхом вивішування інформаційної таблички «Вода для пиття непридатна». Згідно з Законом України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» кожному споживачеві питної води державою гарантується право вільного доступу до інформації про якість питної води. З цією метою центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері житлово-комунального господарства, щороку готує і оприлюднює в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, Національну доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні, забезпечує заінтересовані органи державної влади, громадські організації, підприємства, установи, організації та громадян інформацією про випадки і причини забруднення питної води. У разі, коли питна вода має відхилення за показниками від державного стандарту, органи місцевого самоврядування інформують споживачів через засоби масової інформації про її якість та вживають заходів, пов'язаних з відверненням з загрози здоров'ю людей. Отже, порядок інформування споживачів в Україні носить декларативний характер через відсутність механізму реалізації.

Висновки до розділу 6

1. Основною відмінністю між Директивою 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] є регламентований порядок організації контролю якості питних вод. Згідно з європейським документом слід проводити моніторинг якості питних вод, що проводиться насамперед з метою демонстрації відповідної якості питної води у споживачів нормативним вимогам, а з українським – виробничий контроль здебільшого з метою своєчасного запобігання постачання споживачам питної води, якість якої не відповідає гігієнічним вимогам. Згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] основними місцями

відбору проб для проведення моніторингу якості питних вод є «пункти відповідності», що не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

2. Виявлено, що на відміну від Директиви 98/83/ЄС [36] український нормативний документ [38] вміщує періодичність відбору проб під час скороченого та скороченого періодичного контролю якості питної води за більшим переліком показників (більше ніж у 2 рази) здебільшого завдяки показникам епідемічної безпеки, залишкових кількостей реагентів та показників, що можуть змінюватися під час обробки ними. У двох документах передбачено збільшення показників якості питної води або зменшення періодичності контролю за визначених умов, що не збігаються. Європейський порядок моніторингу якості питних вод базується на результатах екологічного моніторингу якості природних вод та оцінки ризиків, що дозволяє проводити глибший аналіз стану вод, розробляти і своєчасно впроваджувати заходи для захисту здоров'я споживачів питної води, що не передбачено у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

3. Встановлено, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] відсутні 9 показників, що є у Директиві 98/83/ЄС [36], однак включено 22 санітарно-хімічних, 6 епідеміологічної безпеки та 2 радіаційних показники, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36]. На відміну від Директиви 98/83/ЄС [36], що вміщує 3 показники, які характеризують залишковий вміст реагентів (алюміній, акриламід та епіхлоргідрин), ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] вміщує відповідних 7 показників (залишковий активний хлор, озон, поліакриламід, поліфосфати, алюміній, діоксид хлору, поліакриламід). У Директиві порівняно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] для показників епідемічної безпеки за кількістю показників регламентовано менш жорсткі вимоги до питної води водопровідної (5 та 9 показників відповідно) та перед розливом у споживчу тару (7 та 11 показників відповідно). Показник *Clostridium perfringens* в українському документі відсутній.

4. На відміну від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] Директива 98/83/ЄС [36] дозволяє тимчасові відхилення від нормативів за хімічними показниками відповідно до визначеного у ній порядку та спрощеного, якщо перевищення одного санітарно-

хімічного показника виявляється протягом ≤ 30 діб сумарно на рік. В основу двох документів покладено такі принципи: гігієнічні вимоги щодо якості до всіх видів питних вод, поетапне впровадження показників та нормативів, індивідуальний підхід до порядку моніторингу якості питних вод тощо. Однак, вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] на відміну від Директиви 98/83/ЄС [36] не поширюються на технологічні води промислових підприємств.

5. Виявлені суттєві розбіжності у принципах регламентування якості води нецентралізованого питного водопостачання (з колодязів та каптажів джерел) в Україні та Європі. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] з урахуванням світового досвіду висуваються жорсткіші вимоги за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками для питних вод фасованих, з пунктів розливу та бюветів, ніж для водопровідних. Однак, для останніх жорсткіші, ніж для питних вод із колодязів та каптажів джерел, що не відповідає вимогам Директиви 98/83/ЄС [36].

Матеріали розділу були висвітлені в таких публікаціях:

1. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Протас С. В., Ляшко В. К. Зміни та доповнення до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» – шлях до вдосконалення нормативного документа // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2011. Вип. 58. С. 71-77 [474].

2. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М. Основні підсумки досліджень, виконаних в рамках науково-дослідних робіт за Загальнодержавною програмою «Питна вода України» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 55. С. 71-80 [462].

3. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання вдосконалення ДСанПіН на питну воду централізованого господарсько-питного водопостачання // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2009. Вип. 53. С. 67-73 [476].

4. Зоріна О. В. Основні особливості нового проекту державних санітарних

норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 56. С. 95-99 [482].

5. Зоріна О. В. Імплементация в Україні Директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 63. С. 85-93 [483].

6. Зорина О. В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 2. (87). С. 29-35 [485].

РОЗДІЛ 7

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ЩОДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Результати проведених досліджень стали науковою базою для розробки концептуальних підходів, покладених в основу змін до чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], і стосуються оцінки якості питної води, порядку її моніторингу та інформування споживачів тощо.

Проведені дослідження (розділи 4, 5) дозволили виявити перелік показників, вміст яких у питних водах може перевищувати чинні гігієнічні нормативи та виділити з них «індикаторні» (рис. 7.1). Серед цих показників у Директиві 98/83/ЄС [36] (на відміну від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]) не зазначені такі показники: формальдегід (2 клас небезпеки, санітарно-токсикологічна ознака шкідливості), кремній (2 клас небезпеки, санітарно-токсикологічна ознака шкідливості), цинк (3 клас небезпеки, загально санітарна ознака шкідливості), нафтопродукти (4 клас небезпеки, органолептична ознака шкідливості), феноли (4 клас небезпеки, органолептична ознака шкідливості) [457], йод, загальна лужність, загальна жорсткість та сухий залишок. Отже, у разі імплементації Директиви 98/83/ЄС [36] доцільно залишити їх у новій редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

Результатами досліджень (розділи 4, 5) не підтверджено наявність понаднормативного вмісту у питних водах України таких санітарно-хімічних показників, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36] – берилію, молібдену, стронцію, а отже, існує доцільність їх виключення із переліку показників ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], що підлягають обов'язковому визначенню у всіх питних водах.

За результатами проведених досліджень (розділ 6) в українському нормативному документі [38] слід виділити в окрему групу «індикаторних»

показників такі: натрій, коліформи, водневий показник, запах, смак та присмак, сульфати, хлориди, забарвленість, алюміній, амоній, залізо загальне, марганець, ПО,

Централізоване питне водопостачання
з поверхневих водо джерел (за даними водоканалів, що використовують воду р. Дніпро)
хлороформ, дибромхлорметан, нікель, селен, кадмій, нафтопродукти, феноли леткі, хлор зв'язаний; «індикаторні» показники – ПО, каламутність, забарвленість, смак та присмак, амоній, водневий показник, загальне залізо, алюміній, марганець
з підземних вододжерел
нітрати, фториди; «індикаторні» показники – залізо, загальна жорсткість, сухий залишок, хлориди, сульфати, марганець, аміак
Нецентралізоване питне водопостачання
з бюветів м. Кієва
селен, загальна лужність; «індикаторні» показники – каламутність та інші органолептичні показники, загальна жорсткість, загальне залізо, хлориди, амоній
з колодязів, каптажів джерел та індивідуальних свердловин
нітрати, нікель, фенол, формальдегід, кремній; «індикаторні» показники – органолептичні показники, загальне залізо, марганець, загальна жорсткість, амоній
За результатами державного моніторингу у централізованих та нецентралізованих системах питного водопостачання
хлороформ, кадмій, свинець, мідь, нікель, цинк, ДДД, ДДЕ, ДДТ; «індикаторні» показники – залізо, марганець
Питна вода фасована та з комерційних пунктів розливу (поліпшеної якості)
з водопровідної питної води
хлороформ та інші тригалогенметани, нітрати, феноли, кремній, натрій, у штучно йодованих водах – йод; «індикаторні» показники – сухий залишок (< 100 мг/л), ПО, забарвленість, амоній, водневий показник, хлориди
з підземних вододжерел
нітрати, фториди, нітроти, кремній, загальна лужність; «індикаторні» показники – сухий залишок (< 100 мг/л), забарвленість, марганець, водневий показник, загальна жорсткість, каламутність, загальне залізо, ПО

Рис. 7.1 – Виявлені показники якості питної води, що визначалися у концентраціях більших за гігієнічні нормативи згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, та «індикаторні» з-поміж них.

загальний органічний вуглець, каламутність, радіаційні, а також доповнити ДСанПіН 9-тю такими показниками – акриламід, вініл хлорид, епіхлоргідрин, поліцикличні ароматичні вуглеводні (сума бензо(b)флуорантену, бензо(k)флуорантену, бензо(ghi)перилену, індено(1,2,3-cd)пирену), бромат, в ролі «індикаторних» – електрична провідність, *Clostridium perfringens*, тритій, загальна доза іонізуючого опромінення. У перелік «індикаторних» показників включити для водопровідних питних вод – загальне мікробне число за температури у 22°C, загальні коліформи та *Clostridium perfringens* (включаючи спори), для питних вод, що розливаються у пляшки та контейнери, – загальні коліформи, *Clostridium perfringens* (включаючи спори). Слід привести у відповідність нормативи для таких показників епідемічної безпеки, що на сьогодні менш суворі у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]: для водопровідних та інших вод – ЗМЧ за температури у 22°C; для вод, призначених для розливу у споживчу тару – *Escherichia coli* (*E. coli*), ентерококи, *Pseudomonas aeruginosa*, загальні коліформи (додаток К).

У Директиві 98/83/ЄС [36] зазначено, що заходи, які вживаються для імплементації цього документа у будь-якій країні ні за яких умов не повинні призвести до підвищення забруднення вихідної води та/або до прямого або опосередкованого погіршення наявної якості питної води, оскільки це є важливим для захисту здоров'я споживачів. На підставі зазначеного, як можна бачити у додатку 3, доцільно залишити жорсткіші чинні в Україні нормативи. Зокрема, проведені епідеміологічні дослідження [264] підтвердили необхідність нормування у питній воді сухого залишку в ролі «індикаторного» показника. Зазначено, що 1150 випадків на 100 тис. населення захворювань системи кровообігу серед жителів міста Херсона пов'язано з підвищеним мінеральним складом питної води (сухий залишок у 2004-2013 рр. був на рівні – $1777,7 \pm 225,5$ мг/л).

У Директиві 98/83/ЄС [36] всього 20 показників якості питних вод віднесено до «індикаторних», нормативи для яких встановлено «із запасом» та вміст яких може не відповідати нормативам, що зазначені у документі, у разі відсутності певного ризику для здоров'я споживачів. Такий підхід обумовлений органолептичною ознакою шкідливості або непрямим впливом на їх здоров'я, а

також природним їх вмістом та несуттєвою бар'єрною здатністю традиційних споруд водопровідних станцій щодо цих показників [3, 236]. На сьогодні в Директиві 98/83/ЄС [36] та Україні відсутній алгоритм прийняття рішень щодо безпечності питної води у разі наднормативного вмісту «індикаторних» показників, зазначене насамперед обумовило проведення цієї роботи.

Як зазначалося у розділі 3, у чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] 10 показників мають два значення нормативів (мінімальне та максимальне), при цьому максимальні їх значення можуть використовуватися в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу, та відповідають для: амонію – 2,6 мг/л; заліза – 1,0 мг/л; марганцю – 0,5 мг/л; хлоридів – 350 мг/л; сульфатів – 500 мг/л, сухого залишку – 1500 мг/л, загальної жорсткості – 10 ммоль/л, кольоровості – 35 градусів, каламутності – 3,5 НОК (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] чинні до 01.01.2020 р.), алюмінію – 0,5 мг/л [489].

Як було виявлено у розділі 6, відсутність можливості корегування нормативу ПО згідно з національним нормативним документом, що дозволяє європейське законодавство, призвело до кризи у сфері питного водопостачання. Проведені дослідження якості води р. Дніпро дозволили підтвердити у просторово-часовому розрізах високий вміст органічних речовин, що частково затримуються традиційними спорудами водопровідних станцій та транзитом надходять до питної води. Самі собою органічні сполуки природного походження у питній воді, навіть у підвищених концентраціях, не несуть небезпеки для здоров'я споживачів, однак їх понаднормативний вміст у вихідній воді та на етапах водопідготовки інтенсифікує утворення побічних продуктів дезінфекції, біообростання водопровідних споруд і розподільних мереж та сприяє вторинному забрудненню питної води [3, 31, 34, 35, 309]. Норматив їх вмісту у питній воді за ПО встановлено у документах різних країн світу, виходячи із переважання органічних речовин природного походження у поверхневих водах та можливих технологічних ризиків, пов'язаних з вторинним забрудненням питної води, зокрема, під час застосування хлорування, зберігання та транспортування води трубопроводами. Однак під час оцінки ризику для здоров'я

людей споживання питної води з понаднормативною ПО слід враховувати також і можливий токсикологічний ризик, оскільки поверхневі вододжерела контаміновані органічними речовинами не тільки природного, але й антропогенного походження. У складі останніх можуть бути сполуки з токсикологічною ознакою шкідливості, які під час використання стандартного методу визначення ПО не класифікуються окремо від нетоксичних речовин природної органіки. Тому під час вирішення можливості корегування нормативу ПО у питній воді обов'язковим має стати визначення токсичності питної води, використовуючи для цього систему біотестів, що базується на відомому принципі підбору чутливих до хімічних речовин гідробіонтів.

Отже, корегування нормативу ПО слід проводити компетентним органом у кожному конкретному випадку на підставі результатів моніторингу якості води вододжерела за вмістом токсичних та органічних речовин із встановленням меж коливання і середніх значень показників із метою визначення наявності проблем протягом останніх 3-5 років, а потім визначення токсичності вихідної та питної води у найнесприятливіший період за результатами моніторингу (оцінюють ≥ 10 проб води), використовуючи для цього систему біотестів. Такі дослідження на кожному окремому водопроводі дозволять встановити реальну безпечну у питній воді величину ПО і затвердити корегуючі коефіцієнти (1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0) до державного нормативу у питній воді ПО, який регламентовано на рівні 5 мг/л. При цьому виробник питної води повинен впроваджувати заходи з мінімізації вмісту ХОС у питній воді, забезпечувати відповідний санітарний стан трубопроводів та споруд шляхом їх дезінфекції за графіком та у разі необхідності, а також жорсткіший контроль якості питної води за небезпечними речовинами, якщо існує потенціальний ризик забруднення ними питних вод, відповідно до результатів моніторингу водного об'єкта.

Отже, основою у разі корегування нормативів для «індикаторних» показників повинні стати наукове обґрунтування та впровадження профілактичних заходів. Рішення щодо можливості корегування нормативу (-ів) для «індикаторного» (-их)

показника (-ів) повинно прийматися у кожному конкретному випадку за визначених науково обґрунтованих умов (рис. 7.2).

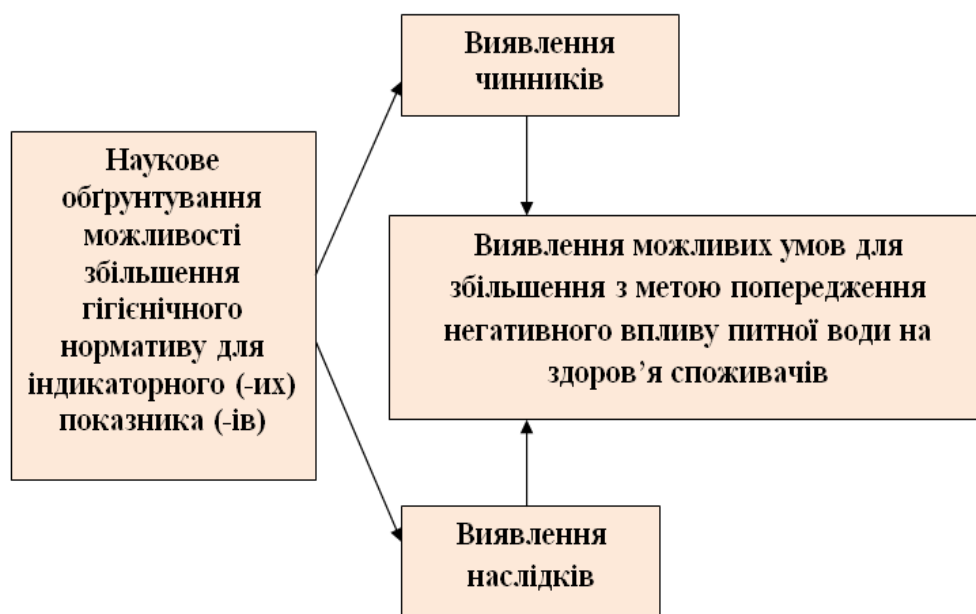


Рис. 7.2 – Схема проведення дослідження у разі корегування нормативу «індикаторного» (-их) показника (-ів).

На нашу думку, під час проведення відповідних досліджень слід брати до уваги такі критерії оцінки: чинники наявності у питній воді (їх походження), частоту і кратність перевищення показником гігієнічного нормативу (необхідно враховувати, що небезпека перевищення нормативу оцінюється для кожного показника індивідуально), клас небезпеки і його лімітуючу ознаку шкідливості, кількість показників у наднормативних концентраціях, наслідки понаднормативного вмісту у питній воді та інше [458].

Згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] у разі наявності певного ризику для здоров'я споживачів слід вжити заходів щодо поліпшення якості питної води або впроваджувати її обмежене використання, або здійснювати іншу діяльність, яка необхідна для захисту їх здоров'я. Компетентні органи або інші відповідні органи повинні вирішити, яку діяльність потрібно здійснити, приймаючи до уваги ризику для здоров'я споживачів, до яких призведе затримка постачання або обмеження у

використанні питної води. Слід забезпечити інформування споживачів, у випадках, коли здійснюються роботи щодо поліпшення якості питної води через понаднормативну її якість, окрім випадків, коли компетентний орган вирішує, що невідповідність нормативам є незначною [36].

Результати проведеного нами соціологічного дослідження упродовж 2013-2015 рр. шляхом анкетного опитування сільського та міського населення різних областей України (658 осіб різного віку та статі) щодо самостійної оцінки споживачами якості водопровідних питних вод вказують на таке. Відповідаючи на запитання: «З якими показниками якості питної води Ви пов'язуєте її низьку якість?», споживачі опираються лише на суб'єктивні органи чуття (зір, нюх, смак), хоча за результатами наших досліджень спектр проблемних показників значно більший, і тільки 1 % респондентів вважає інші показники чинником неякісної водопровідної питної води (рис. 7.3).

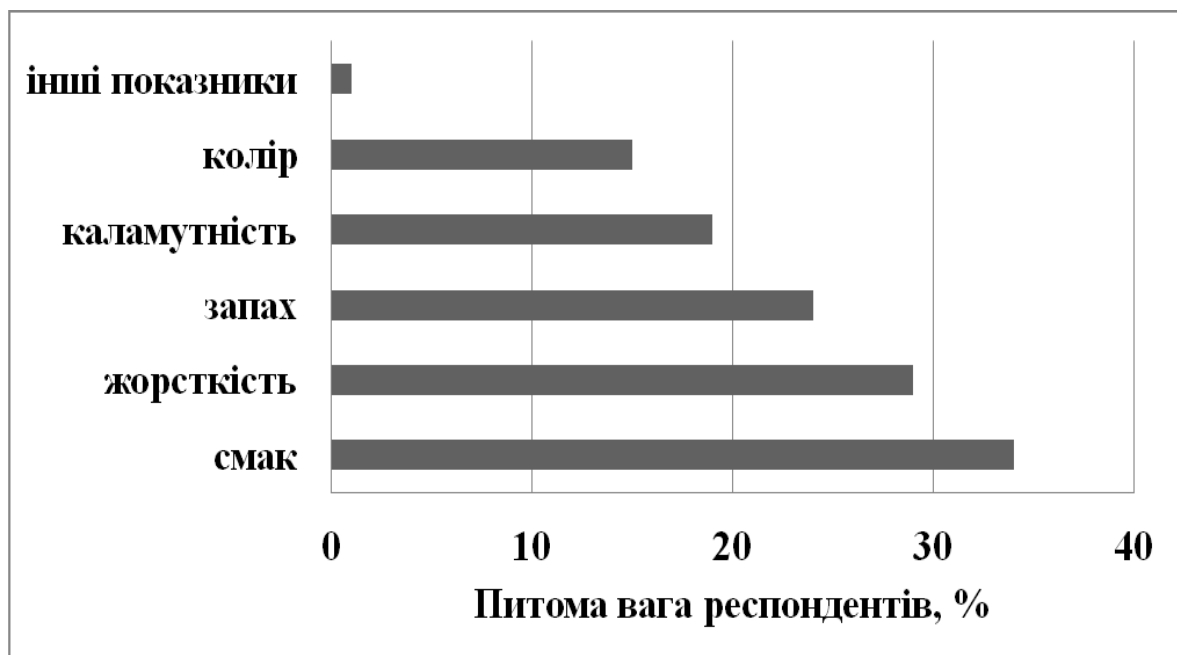


Рис. 7.3 – Показники якості водопровідної питної води, з якими респонденти пов'язують її низьку якість.

Аналізуючи вищезазначене, можна зробити висновок про відсутність у споживачів об'єктивної інформації з якості водопровідних питних вод, тобто чинного механізму реалізації порядку інформування споживачів, про що зазначалося у розділі 3.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ споживачам питної води слід надавати інформацію про якість питної води та її вплив на їх здоров'я, спираючись на розроблені правила подання [269]. Розроблені основні уніфіковані форми для інформування споживачів у разі заборони або обмеження використання водопровідної питної води (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Основні уніфіковані форми для інформування споживачів

Мета інформування	Уніфіковані форми
Заборонити використання водопровідної питної води	«Не використовувати для пиття, приготування їжі, чищення зубів, купання та прання тощо»
Дозволити обмежене використання водопровідної питної води	«Кип'ятити перед вживанням, приготуванням їжі, чищенням зубів, частіше проводити миття та дезінфекцію санітарної техніки»; «Не використовувати для пиття, приготування їжі та чищення зубів, можна використовувати для купання та в унітазах» тощо.

Систематизовано вимоги європейського законодавства [36] та сформовано алгоритми прийняття рішень для періодичного та своєчасного інформування споживачів щодо якості питної води і стану питного водопостачання (рис. 7.4-7.6) [490].

Орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у галузі санітарного законодавства, вживає заходів, необхідних для надання споживачам достатньої та оновленої інформації про якість питної води. Як можна бачити із рисунку 7.4,

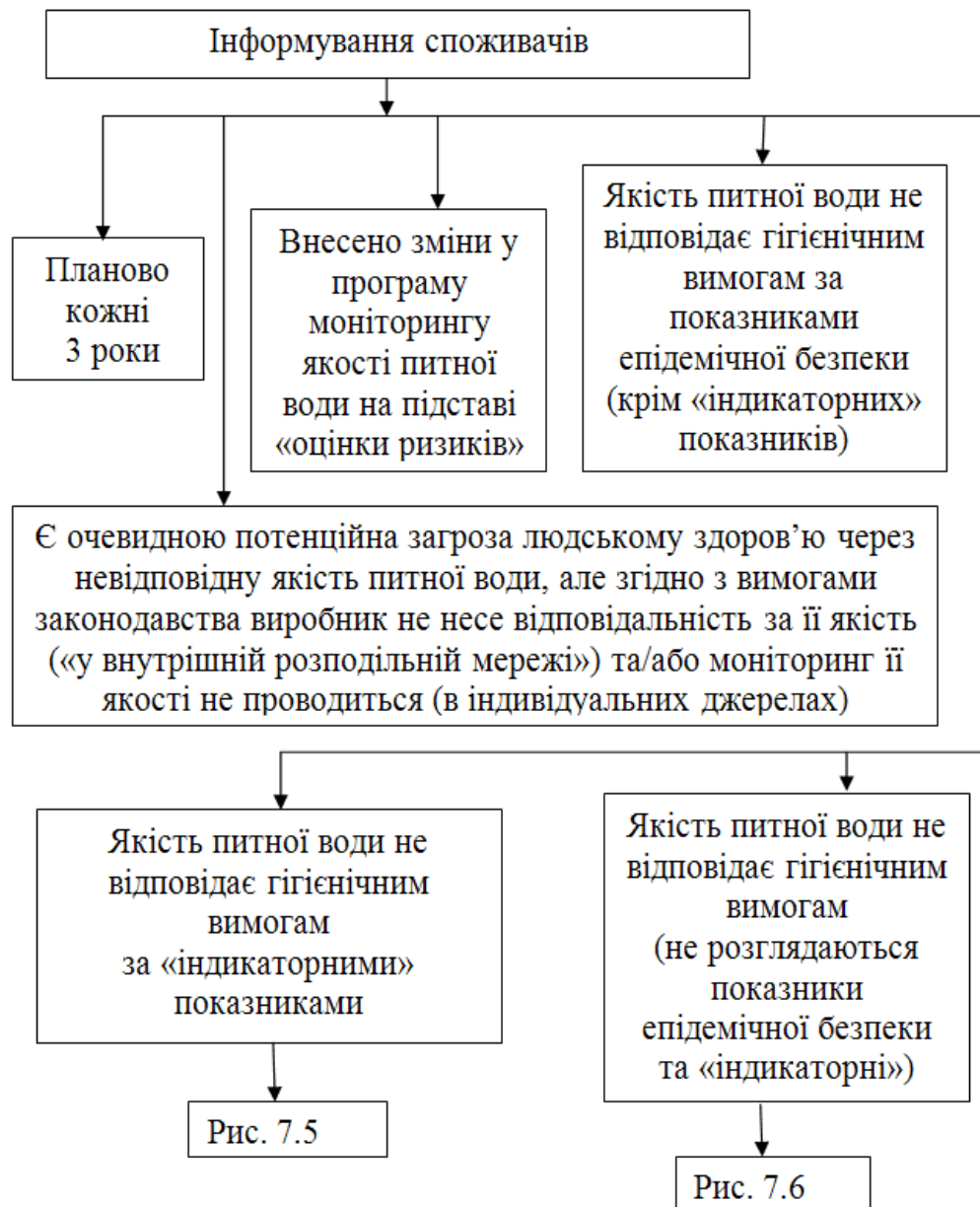


Рис. 7.4 – Порядок проведення інформування споживачів щодо якості питної води та стану питного водопостачання.

планово кожні три роки відповідний орган публікує звіт про якість питної води з метою інформування споживачів. Кожен звіт повинен включати, як мінімум, усі окремі випадки постачання води, що перевищують 1000 м³/добу у середньому, або обслуговують більш ніж 5000 осіб, і повинен охоплювати три календарні роки і бути

оприлюдненим протягом одного календарного року від закінчення звітного періоду. Разом з першим звітом видається другий – про заходи з поліпшення якості питної води, що були вжиті та плануються.



Рис. 7.5 – Порядок проведення інформування споживачів у разі невідповідної якості питної води за «індикаторними» показниками.

Інформацією, доступною для громадськості (див. рис. 7.4), повинен стати короткий виклад результатів «оцінки ризику», що проводиться з метою визначення можливості внесення змін до порядку моніторингу якості питної води у пунктах відповідності, наприклад, за стандартом EN 15975-2 «Безпека постачання питної води. Керівні принципи для управління ризиками та кризовими ситуаціями» (розділ 6).

Інформування споживачів також проводиться у разі, коли погіршується якість

питної води у водопровідній мережі (зовнішній або внутрішній), що належить виробнику питної води, а також шкіл, лікарень тощо, або, що використовується в комерційних цілях (див. рис. 7.4).

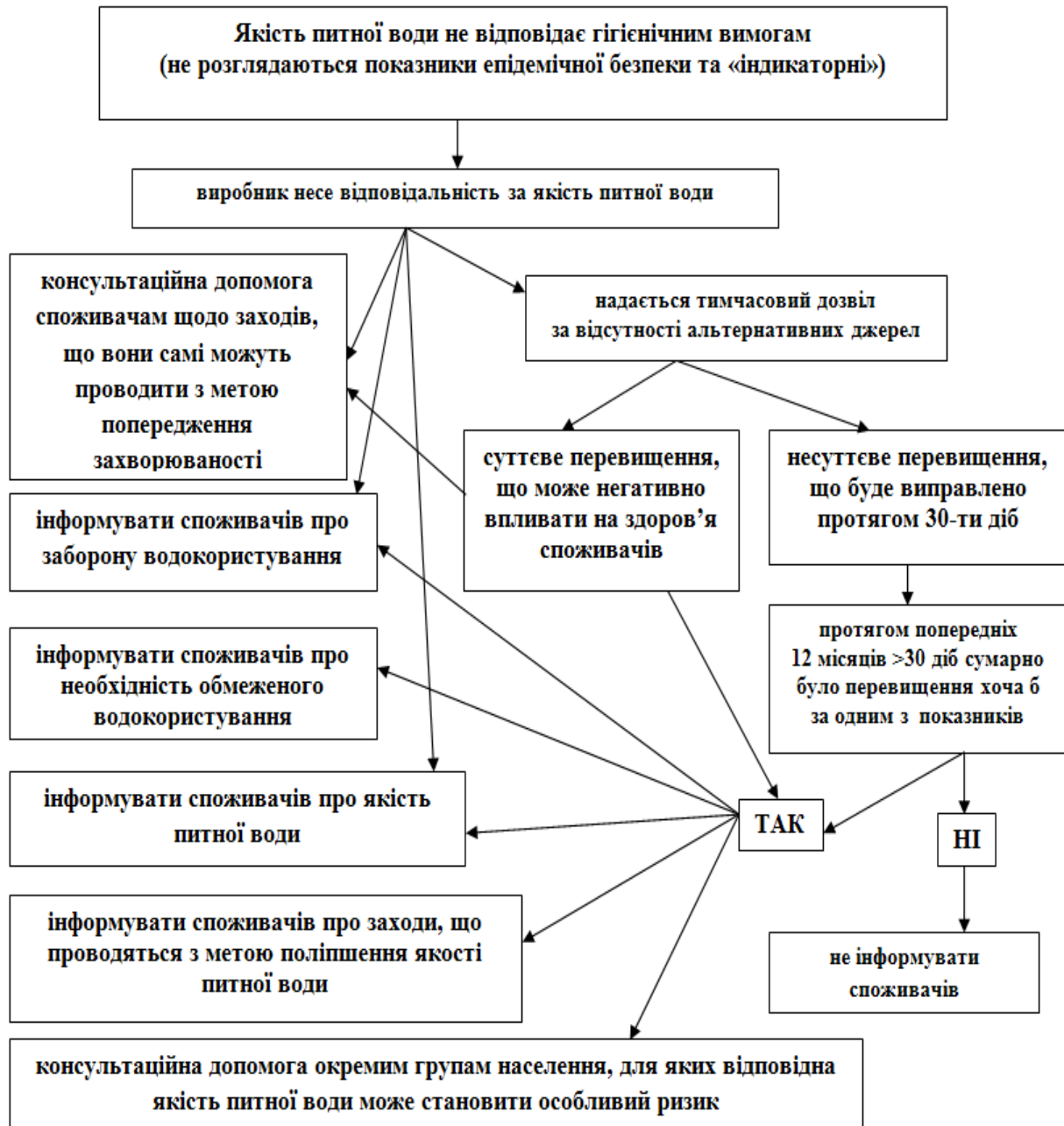


Рис. 7.6 – Порядок проведення інформування споживачів у разі невідповідності якості питної води гігієнічним вимогам (крім показників епідемічної безпеки та «індикаторних»).

Компетентний орган надає консультаційну допомогу споживачам із якості

питної води та заходів, що вони самі можуть проводити, з метою попередження захворюваності через невідповідність якості питної води нормативним вимогам, у разі погіршення якості питної води у зовнішній або внутрішній розподільній мережі, що не належить виробнику питної води (крім лікарень, шкіл тощо), а також із індивідуальних систем питного водопостачання потужністю менше як 10 м^3 на добу в середньому (або питну воду використовують менше як 50 осіб), що не надходить в комерційних цілях або для громадського використання (див. рис. 7.4).

На сьогодні є актуальним впровадження механізму надання інформації споживачам питної води з метою попередження випадків використання вододжерел, якість яких не контролюється [488], а також нового порядку моніторингу якості питних вод, що дозволить уніфікувати підготовку матеріалів про якість питних вод для внесення даних в інформаційну базу країн Європейського Союзу.

З метою підтвердження того, що споживачам постачається вода відповідної якості згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] проводиться моніторинг, а ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] – виробничий контроль якості питної води.

Як вже зазначалося у розділі 6, у європейському документі надано вимоги до проведення моніторингу якості водопровідних питних вод із кранів споживачів, в українському – виробничого контролю перед надходженням у водопровідну мережу та у ній. Якщо порівнювати відповідні вимоги двох документів відносно відбору проб для дослідження за органолептичними та мікробіологічними показниками, то можна відзначити таке [485]. За двома зазначеними документами зазначена частота проведення досліджень якості водопровідної питної води зростає з підвищенням потужності водопроводу. В українському документі на відміну від Директиви 98/83/ЄС [36] відповідні вимоги до контролю якості питної води, виготовленої з підземних джерел, перед надходженням у водопровідну мережу менш жорсткі, ніж з поверхневих, для водопроводів потужністю $< 100 \text{ м}^3/\text{добу}$ та $\geq 4\,000 \leq 10\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$ (рис. 7.7, 7.8).

Як можна бачити із рисунку 7.7, частота відбору проб: у мережі у разі потужності водопроводу $\geq 400\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$ в Україні менша, ніж в Європі, а у разі меншої потужності – майже збігається; перед надходженням у мережу у разі

потужності водопроводу $\leq 120\,000$ м³/добу в Україні більша, ніж в Європі. У разі продуктивності водопроводу $\geq 521\,500$ м³/добу періодичність відбору проб для визначення якості питної води згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] більша, ніж

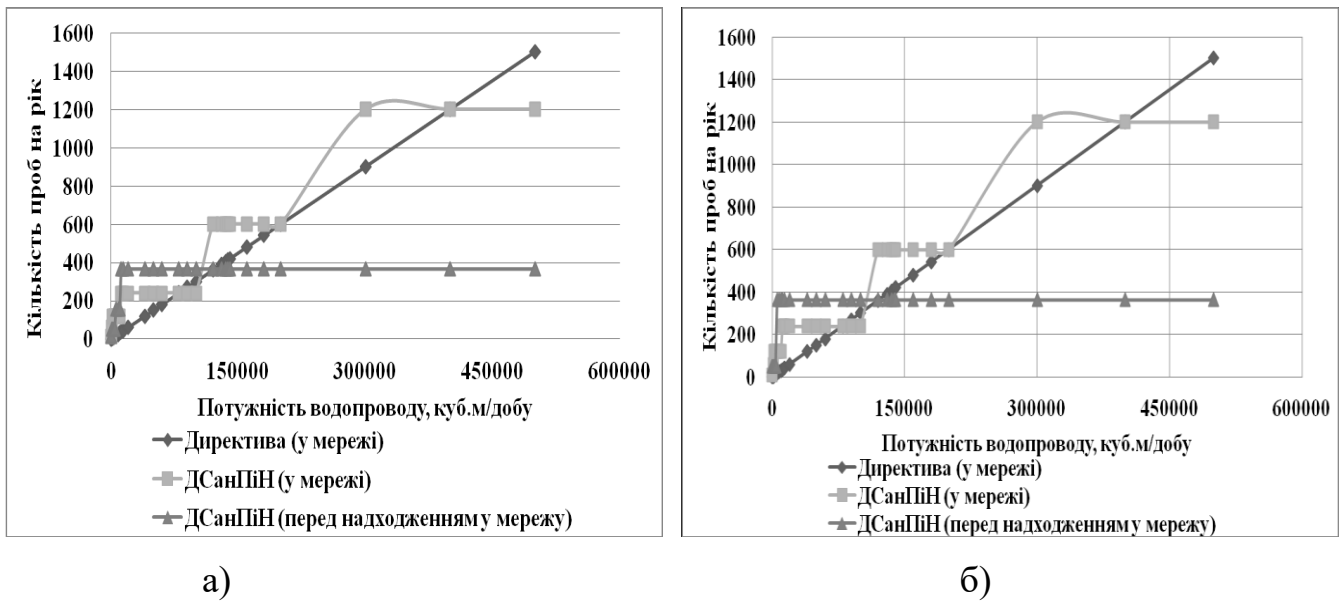


Рис. 7.7 – Частота проведення досліджень якості водопровідної питної води з підземних (а) та поверхневих (б) джерел питного водопостачання за мікробіологічними та органолептичними показниками згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] сумарно у двох пунктах відбору проб (перед надходженням у мережу та у ній) і різниця збільшується пропорційно потужності.

Слід зупинитися на тому, що моніторинг проводиться насамперед з метою демонстрації відповідної якості питної води у споживачів до нормативних вимог, а виробничий контроль – з метою своєчасного запобігання постачанню споживачам питної води, якість якої не відповідає гігієнічним вимогам та проводиться ретельніше. Отже, враховуючи положення Директиви 98/83/ЄС [36], де зазначено, що заходи, які вживаються для імплементації цього документа ні за яких умов не повинні призвести до погіршення наявної якості питної води, запропоновано в оновленому національному нормативному документі залишити чинну на сьогодні [38] періодичність її контролю після очищення (перед надходженням у

мережу) за мікробіологічними та органолептичними показниками (поетапне підвищення до 365 проб/рік), що відсутнє у Директиві 98/83/ЄС (див. рис 7.7).

У разі необхідності використання альтернативного водопостачання використовують привізні питні води. За даними проведених нами досліджень (розділ 4), систематизовано привізні питні води залежно від якості питної води та виду тари для транспортування споживачеві (рис. 7.8).

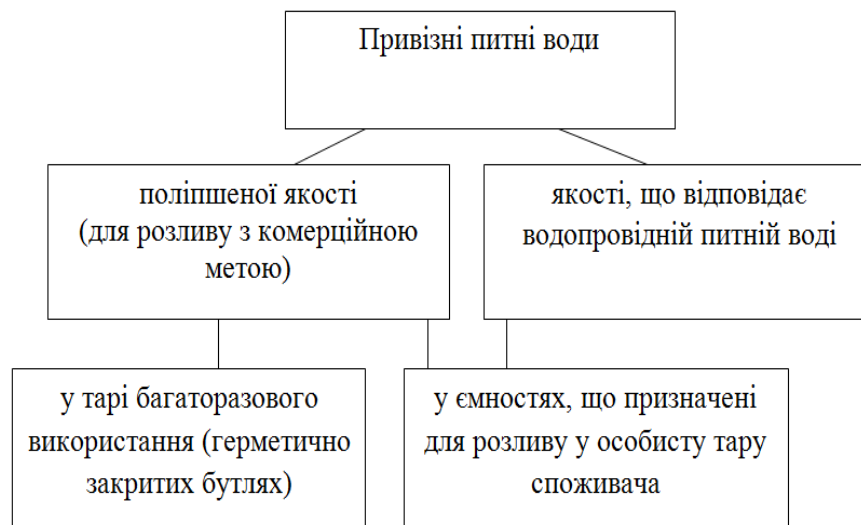


Рис. 7.8 – Види привізних питних вод.

Виявлено, що у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] регламентовано вимоги до питної води поліпшеної якості, що розливається з комерційною метою у особисту тару споживачів з мобільних пунктів розливу (автоцистерн) або доставляється споживачеві у тарі багаторазового використання (у вигляді фасованої) та відсутні вимоги до привізної питної води, що доставляється у разі відсутності вільного доступу населення до якісної питної води. Згідно з Директивою 98/83/ЄС [36] її якість повинна відповідати якості питної водопровідної, що потребує врахування у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

Розроблено та графічно представлено алгоритм отримання різних видів питних вод, що розливаються у споживчу тару (фасованих) та тару споживача (з пунктів розливу), що було закладено в основу ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38, 491]

(рис. 7.9).

Як можна бачити на рисунку 7.9, питні води класифіковано залежно від:

- виду вихідної води;
- наявності обробки;



Рис. 7.9 – Алгоритм отримання різних видів питних вод поліпшеної якості.

- вимог фізіологічної повноцінності;
- наявності штучного збагачення макро- та мікроелементами.

На сьогодні досвід використання чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] на практиці висвітлив окремі питання, які були або упущені, або прописані надто жорстко. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] закладено можливість обробки «природних» (необроблених) вод лише методом освітлення. За результатами проведених досліджень з-поміж 129 проб питних вод фасованих та з пунктів розливу, що виготовлялися упродовж 2013-2017 рр., тільки 3 були «природними», однак згідно з технологічними регламентами виробники зазначених питних вод у резерві мали установки УФ-знезараження (або використовували). Враховуючи зазначене та

незадовільну екологічну ситуацію в країні, з урахуванням рекомендацій міжнародного стандарту CODEX STAN 227-2001 «Загальний стандарт для бутильованих/упакованих питних вод (відмінних від мінеральних вод)» [445], запропоновано перелік методів очищення природних питних вод, що увійшов у нову редакцію ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38, 492] (рис. 7.10).

Нова редакція ДСанПіН 2.2.4-171-10	CODEX STAN 227-2001
зниження вмісту та/або видалення розчинених газів безреагентними методами (в результаті можлива зміна водневого показника)	зниження вмісту та/або видалення розчинених газів (в результаті можлива зміна водневого показника)
насичення діоксидом вуглецю (може змінюватися водневий показник)	додавання діоксиду вуглецю (може змінюватися водневий показник)
зниження вмісту та/або видалення нестабільних компонентів марганцю, заліза, сірки, карбонатів в надлишку відносно кальцієво-карбонатної рівноваги при нормальних умовах і температурі та тиску безреагентними методами	зниження вмісту та/або видалення нестабільних компонентів марганцю, заліза, сірки, карбонатів в надлишку відносно кальцієво-карбонатної рівноваги при нормальних умовах та температурі і тиску
окиснення повітрям та киснем	додавання повітря, кисню чи озону в умовах, щоб концентрація побічних продуктів знезараження була нижча допустимих
збільшення та/або зниження температури	збільшення та/або зниження температури
зниження та/або видалення радіоактивних елементів безреагентними методами	зниження та/або видалення радіоактивних елементів
знезараження фізичними методами	—

Рис. 7.10 – Вимоги CODEX STAN 227-2001 [445] та нової редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] щодо методів, дозволених для обробки «необроблених» («природних») питних вод.

На відміну від вимог CODEX STAN 227-2001 [445] у разі обробки підземних вод із метою збереження їх природного складу запропоновано використовувати методи, що не призводять до їх забруднення залишковими кількостями реагентів та побічними продуктами дезінфекції.

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] було заборонено виготовляти питну воду після штучного знесолення із сухим залишком менше як 100 мг/л. За результатами проведених упродовж 2013-2017 рр. досліджень виявлено, що серед 33 вод доочищених водопровідних, якість яких не відповідає гігієнічним нормативам, майже 33 % (фактично суттєво більше) виготовляють питну воду з сухим залишком менше як 100 мг/л через економічну доцільність, необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я питної води відповідного складу та користуючись відсутністю державного контролю якості питних вод.

Аналіз низки Директив ЄС щодо виробництва різних видів фасованих вод показав, що в Європі не використовується політика «заборон», надається перевага інформуванню споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я харчової продукції. Наприклад, природні мінеральні води «Donat» із мінералізацією 13 г/л (в Україні вважаються лікувальними та мають протипоказання) в Європі вважаються харчовим продуктом, однак на етикетці споживачеві роз'яснюють, у яких випадках зазначена вода може мати негативний вплив на їх здоров'я. Нами запропоновано застосувати саме такий підхід щодо виробництва питних вод з низьким вмістом мінеральних речовин після знесолення. У разі сухого залишку менше як 100 мг/л слід інформувати споживачів: «Вміщує дуже низький вміст солей, у разі постійного споживання може негативно впливати на водно-електролітний обмін та призводити до загострення хронічних захворювань» [279, 280].

У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] зазначено, що цей документ не поширюється на води бутильовані для спеціального дієтичного споживання дітей грудного та раннього віку, та надано окремі вимоги до фасованих питних вод, призначених для дітей з перших днів життя та до трьох років. Результатами досліджень встановлено, що у світі нормативними документами передбачено виробництво бутильованих вод для дитячого харчування через такі чинники:

- надання чинності Директиви 2009/54/ЄС з виробництва природних мінеральних вод [444, 447], де не регламентується їх якість щодо вмісту мінералізації, радіонуклідів тощо, тому передбачено окремий вид вод, придатний для приготування дитячого харчування;

- виробництво сухих сумішей для приготування дитячого харчування, що потребують спеціальних вод для розведення. Наприклад, вода «VALMORA» виробництва Італії призначена для розведення сухих молочних сумішей та характеризується низьким вмістом мінеральних речовин (сухий залишок за температури у 180°C – 46,2 мг/л, загальна жорсткість у французьких градусах – 3,4; сульфати – 5,0 мг/л). Законодавством Росії для розведення сухих молочних сумішей передбачено виробництво води, якість якої за складом відповідає фізіологічній потребі організму [446].

Отже, аналіз нормативних документів різних країн світу та маркування фасованих вод для дитячого харчування, виробництва країн ЄС та Росії, показав, що діти віком до трьох років не потребують питної води особливої якості. На підставі цього запропоновано у новій редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] відповідно до вимог Директиви 98/83/ЄС [36] вилучити окремі вимоги до фасованих питних вод, що можуть споживатися дітьми з перших днів життя та до трьох років. Директива 98/83/ЄС [36] та ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] регламентують якість питних вод з метою захисту здоров'я споживачів питної води всіх вікових груп (з дня народження) та упродовж всього життя від шкідливого впливу будь-яких забруднень шляхом забезпечення її якості.

1. Науково обґрунтовано необхідність розробки та внесення таких основних змін у чинні ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] щодо: переліку показників якості питних вод та їх нормативів; включення понять «пункти відповідності якості питної води», «внутрішня розподільна система», «моніторинг якості питних вод» та «індикаторні» показники; можливості використання для виробництва питної води вододжерел незахищених від забруднень; тимчасового відхилення якості водопровідних питних вод від нормативної за санітарно-хімічними показниками; порядку проведення моніторингу якості вихідних та всіх видів питних вод; методів обробки природних вод; якості привізної питної води у надзвичайних ситуаціях; поширення дії документа на технологічні води підприємств харчової промисловості; виключити положення щодо окремих вимог до води, що може споживатися дітьми з перших днів життя та до трьох років. Встановлено, що корегування нормативів для «індикаторних» (-ого) показників (-а), слід проводити після наукового обґрунтування, зокрема, на підставі результатів екологічного моніторингу водного об'єкта, аналізу чинників та наслідків понаднормативного вмісту у питній воді зазначених (-ого) показників (-ка), а також виявлення необхідних умов для попередження негативного впливу питної води на здоров'я споживачів.

2. За результатами проведеного нами соціологічного дослідження (всього 658 анкет), що проводилося у різних населених пунктах України, виявлено, що споживачі, оцінюючи якість питної води, опираються лише на суб'єктивні органи чуття, не володіють об'єктивною інформацією, мають недовірливе ставлення до якості водопровідної питної води. Уніфіковано та доопрацьовано алгоритм прийняття рішень з інформування споживачів щодо якості питної води та стану питного водопостачання з метою імплементації європейського законодавства. Розроблено уніфіковані форми надання інформації споживачам у разі невідповідної якості питної води та визначено умови їх застосування. Визначено основне завдання механізму надання інформації споживачам – викликати довірливе ставлення

споживачів до виробників питної води та попередити випадки водокористування із джерел, якість яких не контролюється.

3. Встановлено, що у Директиві 98/83/ЄС [36] вимоги до частоти проведення досліджень за мікробіологічними та органолептичними показниками менш жорсткі, ніж чинні на сьогодні в Україні. З метою виробництва питної води гарантованої якості та у разі імплементації європейського законодавства в Україні необхідно в оновленому нормативному документі залишити вимоги до виробничого контролю регламентовані на сьогодні за пріоритетними (органолептичними та мікробіологічними) показниками перед надходженням у водопровідну мережу (для водопровідних питних вод), вмістом залишкових концентрацій реагентів та гігієнічні нормативи для них (відсутнє у Директиві 98/83/ЄС [36]), а також впровадити загальні вимоги до моніторингу якості всіх видів питних вод. Науково обґрунтовані параметри та критерії, вдосконалено алгоритм проведення моніторингу якості питних вод, що дозволить уніфікувати підготовку матеріалів щодо якості питних вод для інформування країн Європейського Союзу та споживачів.

4. Виявлено, що практично не здійснюється виробництво питних вод «з оптимальним вмістом мінеральних речовин» за рекомендованими показниками у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Виробники свідомо виготовляють знесолену питну воду через попит на ринку та/або економічну вигоду. Запропоновано змінити концептуальний підхід заборони виробництва такої води на попередження споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я знесоленої питної води (із сухим залишком менше 100 мг/л) у разі постійного її споживання.

Матеріали розділу були висвітлені в таких публікаціях:

1. Zorina O. V., Buzynnyi M. G., Gorval A. K. Scientific substantiation of the conceptual approaches to the development of new programmes for drinking water quality monitoring // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2019. Вип. 3 (57) С. 26-35 [489].

2. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування розробленого порядку інформування споживачів питної води // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 3 (88). С. 22-26 [490].
3. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Розробка проекту ДСанПіН «Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю» – шлях до поліпшення якості фасованої питної води // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 50. С. 49-54 [491].
4. Зорина О. В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 2. (87). С. 29-35 [485].
5. Зоріна О. В. Наукові аспекти удосконалення законодавства у сфері питних вод фасованих і доочищених з пунктів розливу [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБІП України, 2018. Вип. 3 (73). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10806/9450> [492].
6. Зоріна О. В., Протас С. В. Гігієнічна оцінка якості поверхневих питних вод України за санітарно-хімічними показниками та удосконалення науково-методичних підходів до їх оцінки з урахуванням вимог європейського законодавства // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 4 (13). С. 4-11 [458].

РОЗДІЛ 8

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Відповідно до Закону України від 01.07.2010 р. «Про засади внутрішньої і зовнішньої політики» до основних засад зовнішньої політики країни належить інтеграція в європейський політичний, економічний, правовий простір з метою набуття членства в Європейському Союзі. Після набрання чинності Угоди про асоціацію Україна зобов'язалася імплементувати Директиву ЄС [36] щодо питної води, а також надати об'єктивну оцінку стану джерел питного водопостачання та якості питних вод з метою подальшого реформування цієї сфери завдяки європейським інвестиціям. До сьогодні проводилися лише поодинокі дослідження у відповідних напрямках [3, 17, 59], однак для досягнення зазначеної мети слід провести комплексний аналіз наукових аспектів гігієнічних проблем у сфері питного водопостачання України і запропонувати шляхи їх вирішення в умовах євроінтеграції з метою збереження життя та здоров'я населення. Вищезазначене обумовило вибір теми, мети і завдань наукового дослідження.

На першому етапі було здійснено діагностику гігієнічних проблем у разі використання на водопровідних станціях в якості вихідної воду р. Дніпро, що є основним джерелом питного водопостачання в Україні. Встановлено, що якість дніпровської води за вмістом органічних та біогенних речовин із 12 пунктів відбору проб, що були розташовані від верхньої до нижньої частини річки, відповідала 2-3 класам згідно з ДСТУ 4808:2007 [91]. У 2015-2017 рр. порівняно з даними 1994-1998 рр. середній вміст ХСК майже не змінився ($27,66 \pm 0,203$ мг/л) та перевищував майже у 2 рази максимально можливий (15 мг/л) у разі використання традиційної технології водоочищення на водопровідних станціях. Максимальний середній вміст

ХСК виявлено у воді Середнього Дніпра – із пунктів 5 та 6 Кременчуцького (35,299±0,620 мг/л) та Кам'янського (35,004±0,406 мг/л) водосховищ відповідно. У воді із пунктів 1-6 середній рівень кольоровості був стабільно високим порівняно із рівнем у воді з інших пунктів. Порівняльна оцінка якості річкової води виявила її нестабільність упродовж 3-х років, мінімальні рівні ХСК виявлялися у 2016 р., кольоровості – у 2015, 2016 рр. Середній вміст фосфат-іону у воді р. Дніпро відповідав 3-му класу за ДСТУ 4808:2007 [91] та задовільній якості (0,332±0,014 мг/л). Найбруднішу воду за вмістом фосфат-іону та амонію виявлено у воді Середнього Дніпра – у пунктах 2 (0,549±0,038 мг/л, 0,381±0,009 мг/л відповідно) Канівського та 3 (0,507±0,033 мг/л, 0,376±0,014 мг/л відповідно), 4 (0,439±0,049 мг/л, 0,376±0,012 мг/л відповідно) Кременчуцького водосховищ. У воді від пункту 1 (Київське водосховище) до 6 (Кам'янське водосховище) середній рівень кольоровості був стабільно високим (до 41,301±0,601 град.) порівняно з рівнем у воді з інших пунктів. Це може бути обумовлено розташуванням вище за течією річки великих населених пунктів, що інтенсивно забруднюють воду органічними та біогенними речовинами. Виявлено достовірний ($p < 0,001$) зріст концентрації заліза у пунктах 2 Канівського (0,288±0,11 мг/л), 6 Кам'янського (0,290±0,1 мг/л), 9 Дніпровського (0,230±0,07 мг/л) водосховищ та марганцю у пункті 5 Кременчуцького водосховища (середній вміст – 0,072±0,005 мг/л). Однак вміст цих показників не перевищував максимальні значення гігієнічних нормативів для питної води (1,0 та 0,5 мг/л відповідно). Результати досліджень підтвердили достовірне зниження вмісту заліза ($p < 0,001$) та марганцю від пункту 1 Київського водосховища до пункту 12 у пониззі Дніпра у 1,3 та 1,5 разів відповідно. Загалом за руслом Дніпра, як і в 90-х роках, періодично виявляються збільшення рівнів ХСК, кольоровості, заліза, з меншою частотою – марганцю та фосфору. Одним із пріоритетних завдань сьогодення повинно бути зниження вмісту фосфору та азоту у поверхневих водах із метою обмеження розвитку фітопланктону та поліпшення якості води джерел питного водопостачання.

Оцінюючи якість річкової води у 12-ти пунктах відбору проб за допомогою методу інтегральної оцінки за показниками, що впливають на ризик «цвітіння» води,

встановлено, що найпроблемнішу якість має вода у пункті 6 Кам'янського водосховища біля м. Горішні Плавні Полтавської області. Проведені дослідження дозволили виділити схожі за відповідним складом води зони екологічного стану річки та оцінити їх кількісно. Пункти відбору проб щодо величини розрахованого інтегрального індексу можливо поділити на групи та розташувати у такий ряд: 6 > 5 > 1-4 > 7-11 > 12. Виявлено суттєвий зріст індексу у пункті 5 (у 1,5 раза) та 6 (ще у 1,2 раза).

Проведено аналіз чинників (температури, пори року), що впливають на вміст визначених речовин. Описано динаміку змін вмісту кольоровості дніпровської води за 2015-2017 рр. Підтверджено залежність кольоровості від пори року та її збільшення влітку. Кореляційний аналіз показників якості річкової води з температурою показав достовірний її зв'язок з ХСК ($p < 0,001$) та киснем ($p < 0,001$) у всіх пунктах відбору проб. Побудовані математичні моделі описують позитивну залежність ХСК ($p < 0,001$) та негативну кисню ($p < 0,001$) від температури, а також динаміку змін концентрацій ХСК від сезону року, підтверджено максимальний пік у теплий період року ($p < 0,001$) (першу декаду серпня).

Метод кластерного аналізу дозволив виявити приховані закономірності між 7-ма показниками якості вод, що досліджувалися, а також 12-ма пунктами відбору проб щодо якості води. За схожими ознаками угруповано показники якості річкової води (розчинений кисень, кольоровість, амоній, ХСК, фосфат-іон, залізо та марганець). Встановлено, що найближче у багатомірному просторі розташовано такі показники, як: залізо, марганець, фосфат-іон та амоній, потім до них примикає кисень (зазначені показники утворюють перший кластер); до другого кластеру віднесено ХСК та кольоровість. Відокремлено також два основні кластери з пунктів відбору проб: 7-12 (біля м. Кам'янське – м. Херсон), що має меншу віддаленість зв'язку, та 1-6 (біля м. Київ – біля м. Горішні Плавні).

На наступному етапі досліджень було проведено інтегральну оцінку якості дніпровської води (за 27 показниками) у місцях питних водозаборів та після її очищення на 7-ми блоках водопровідних споруд. Для цього було впроваджено спосіб ієрархічної згортки змінних в методі аналізу ієрархій Т. Сааті шляхом

поетапного експертного порівняння різних груп показників та показників у групах. Причому групи показників визначалися згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] – радіологічні, органолептичні, інтегральні, фізико-хімічні з органолептичною та загальносанітарною, а також санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості. Вагові коефіцієнти для характеристик якості води розраховувалися як суперпозиція експертних ваг для кожної групи з урахуванням відносних оцінок значущості для комплексного показника груп між собою. Здійснено ранжування показників якості питних вод відносно значень вагових коефіцієнтів. Найбільші зазначені коефіцієнти встановлено для α -активності, іонів важких металів та інших речовин із санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості. Виявлено, що розрахований середній комплексний показник для всіх станцій у вихідній воді навесні, влітку та восени достовірно ($p < 0,001$) більший (відповідає найгіршій якості води), ніж взимку, а після очищення не змінюється за сезонами року. Якщо порівнювати між собою комплексні показники для вод всіх станцій, то мінімальні їх значення були для вод КП «Черкасиводоканал» ($0,177 \pm 0,005$ та $0,167 \pm 0,005$ – вихідних та питних відповідно) та КНФС КП «Дніпроводоканал» ($0,156 \pm 0,006$ – вихідних). Максимальні значення комплексних показників, що відповідають найгіршій якості річкової води, було виявлено для вод вихідних – ДВС-1 м. Запоріжжя ($0,267 \pm 0,008$) та КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради ($0,273 \pm 0,004$), питних – ДВС-1 м. Запоріжжя (блоків №1 та № 2 – $0,260 \pm 0,008$ та $0,265 \pm 0,008$ відповідно) та КП «Бердянськводоканал» ($0,282 \pm 0,009$). На деяких станціях після очищення спостерігається збільшення значення комплексного показника, а на інших – зменшення чи його стабільність.

Таким чином, науково обґрунтовано підходи до удосконалення системи комплексного моніторингу поверхневих та питних вод, що дозволять оптимізувати цей процес, а також проаналізовано потенційні проблеми забруднення водопровідних питних, виготовлених з дніпровської води.

Науковий аналіз основних технологічних підходів водоочищення та якості вихідних і питних вод водопровідних станцій України за 2015-2017 рр. дозволив

виявити таке. На досліджуваних водопровідних станціях очищують воду річки Дніпро і технології водоочищення відрізняються застосуванням різних споруд (3 види) і засипок для швидких фільтрів (7 видів), а також наявністю преамонізації, флокуляції, коагуляції, видом хлорвміщуючого реагенту (рідкий хлор або гіпохлорит натрію), маркою гідроксихлориду алюмінію (2 види). У питних водах 5-ти водопровідних станцій, що використовують дніпровську воду в ролі вихідної, виявлялися перевищення таких 9-тьох «індикаторних» санітарно-хімічних показників: каламутність, забарвленість, смак, ПО, амоній, водневий показник, алюміній, залізо, марганець. Найпроблемнішим показником є ПО, кількість нестандартних проб питної води за його вмістом у питних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» – 100 %, КП «Бердянськводоканал» – 19,4 %. Максимальне перевищення нормативу щодо ПО (5 мг/л) порівняно з іншими показниками було найбільшим (у 2 рази). Інші показники виявлялися періодично, у різних пробах питних вод та концентраціях, що не перевищували тимчасово встановлені максимальні значення нормативів (чинні до 01.01.2020 р.), або епізодично та несуттєво перевищували нормативи. Встановлено, що технології очищення питних вод, що застосовувалися на КП «Дніпроводоканал» (КНФС, ЛНФС), ефективніші з поліпшення ПО за технології КП «Водоканал» (майже у 2 рази), та менш ефективні за ту, що передбачає послідовне очищення питної води на станціях КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради та КП «Бердянськводоканал» (у 1,2 та 1,3 разів відповідно). Якість вихідної води на водопровідних станціях у більшості відібраних проб відповідала 2-му та 3-му класам за ДСТУ 4808:2007 [91]. Речовини техногенного походження (нікель та селен) постійно виявляються у вихідній та питній воді КП «Бердянськводоканал», періодично у понаднормативних концентраціях. Зокрема, виявлено кількість нестандартних проб серед досліджених (36 та 12) щодо вмісту нікелю та селену – 28 % та 17 % відповідно, при цьому максимальний вміст нікелю – 10 ГДК, селену – 5 ГДК. Нафтопродукти періодично виявляються у вихідних та питних водах КП «Водоканал» м. Запоріжжя та КНФС КП «Дніпроводоканал» у концентраціях, що не перевищують або епізодично

перевищують гігієнічний норматив (0,1 мг/л). Феноли періодично виявляються у вихідних та питних водах КП «Водоканал» м. Запоріжжя у понаднормативних концентраціях (> 0,001 мг/л). Через недосконалі технології водоочищення у питній воді КНФС та ЛНФС КП «Дніпроводоканал» безперервно знаходиться хлороформ (від 1,8 ГДК до 4,7 ГДК), періодично дибромхлорметан (до 3 ГДК), а КП «Водоканал» м. Запоріжжя – хлор зв'язаний (до 1,1 ГДК).

Підтверджено, що однією із основних проблем у сфері питного водопостачання є порушення вимог до зон санітарної охорони поверхневих водозаборів, що найактуальнішим є у промислових регіонах. Проведено моніторингові дослідження вод ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» упродовж року (червень 2013 р. – травень 2014 р.), яка вимушена працювати, коли у межах першого та другого поясів зони санітарної охорони майданчика водозабірних споруд знаходяться випуски зворотних вод. Результати проведених досліджень якості вод вихідних та питних водопровідної станції ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» показали, що застосована традиційна технологія очищення води р. Дніпро не дозволяє стабільно доводити якість питної води до гігієнічних вимог за такими показниками: формальдегід (до 1,4 ГДК), нікель (до 2 ГДК), феноли (до 5 ГДК), забарвленість (до 1,2 ГДК), загальне залізо (до 4,7 ГДК), марганець (до 6 ГДК), ПО (до 2 ГДК), хлороформ (до 2,3 ГДК) та сума ТГМ (до 1,8 ГДК).

У маловодні регіони України, що характеризуються невідповідною кількістю та/або якістю вод місцевих вододжерел, дніпровська вода надходить після транспортування каналом та першого етапу очищення, а також після подальшого транспортування великим водоводом та другого етапу очищення. Результати досліджень свідчать про погіршення якості питної води під час транспортування великим водоводом (175 км) лише за такими показниками: забарвленість (у 1,5 раза) та загальне залізо (у 1,5 раза). Відповідні забруднювачі надходять до питної води транзитом із річковою водою, ефективність її очищення від забарвленості та заліза на спорудах КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради дозволяє довести якість питної води до мінімальних рівнів нормативів згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], а на спорудах КП «Бердянськводоканал» – не дозволяє, однак їх вміст не

перевищує максимальні їх рівні [38]. Недоліком застосування зазначеної технології водопостачання є те, що у разі неможливості транспортування питної води великим водоводом споживачам дозволяється постачати питну воду з місцевих вододжерел, якість якої не відповідає гігієнічним вимогам за вмістом мінеральних, органічних речовин та іонів важких металів.

Проведені дослідження дозволили стверджувати, що на сьогодні є актуальним впровадження ефективного законодавства щодо захисту вододжерел від забруднень, модернізація діючих та впровадження нових технологій підготовки водопровідної питної води, що передбачають у порівнянні з традиційними ефективніше знезараження, видалення органічних та мінеральних речовин, зменшення вмісту ТГМ у питній воді тощо.

На Алчевському водоочисному заводі потужністю 100 м³/год, що використовує в ролі вихідної солонувату воду Ісаковського водосховища (сухий залишок до 1300 мг/л, загальна жорсткість – до 8,8 ммоль/л, сульфати – до 543 мг/л), доведено доцільність використання баромембранної технології. Відповідна технологія була запропонована американською фірмою GE-OSMONICS та передбачала використання установки нанофільтрації. Однак через особливості складу вихідної води була удосконалена українськими вченими завдяки посиленню попереднього очищення сирової води (обробки гіпохлоритом натрію) та завершального знезараження (обробки гіпохлоритом натрію та УФ-випромінювання). За результатами досліджень, ця технологія забезпечує демінералізацію води за сухим залишком (на 63 %), загальною жорсткістю (на 85 %), марганцем (на 97 %) та сульфатами (на 98 %), а також зниження у питній воді ЗМЧ за температури у 37°C (на 99,7 %), каламутності (на 96 %) та ПО (на 78 %). Тобто не знесолює, а опріснює воду згідно з вимогами українського законодавства (сухий залишок \geq 100 мг/л). При первинному хлоруванні дозою 6-8 мг/л концентрація суми тригалогенметанів у питній воді не перевищує норматив згідно з українським та європейським законодавством (100 мкг/л).

В умовах лабораторного експерименту було отримано нові дані щодо основних властивостей та умов безпечного використання біоцидних полімерних

реагентів на основі ПГМГ у практиці питного водопостачання. Підтверджено наявність бактерицидних властивостей реагентів на основі ПГМГ. Тоді як під дією розчинів хлорного вапна у дозі 1,0 мг/л відбувається зниження мікрофлори до 98,5 %, при відповідних дозах реагентів на основі солей ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф ефект знезараження річкової води за показником колі-індексу складає – 95,0 %; 95,2 % та 98,1 % відповідно. Солі ПГМГ у дозах (0,5-1,5 мг/л) та під час контакту 0,5-3,0 години спроможні проявляти флокулювальну активність щодо основних гідрохімічних показників. Якщо при дозах реагентів 0,5-3,0 мг/л ефект очистки води за показником кольоровість під час застосування LT27, Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C у середньому становив 9 %, 7 % та 10 % відповідно, за показником ПО – 4 %, 7 % та 8 % відповідно, то під час використання реагентів на основі ПГМГ відповідні характеристики складала у середньому від 19 % до 35 % та від 11 % до 18 % відповідно. Найкращі результати очищення за цими показниками досягаються у разі використання ПГМГ-ГХ+Ф. Встановлено, що лише при дозах солей ПГМГ на рівні 0,5-1,5 мг/л залишкова концентрація їх у відстояній воді була стабільно нижчою за гігієнічний норматив (0,1 мг/л). Відповідна поведінка у воді різних солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф) практично однакова. Однак, доведено, що у разі використання зазначених реагентів разом із коагулянтами після відстоювання та фільтрування питної води через піщаний фільтр дозу можливо збільшити у 2 рази. Отже, отримані дані свідчать, що солі ПГМГ можна застосовувати на водопровідних станціях з традиційною технологією водоочищення в ролі флокулянтів, а не коагулянтів (доза застосування – 10-15 мг/л), із знезаражувальними властивостями.

Однак, на сьогодні залишається дискусійним питання щодо впливу на організм споживачів питної води, обробленої реагентами на основі ПГМГ [363]. В хронічному санітарно-токсикологічному експерименті показано, що довготривале споживання білих щурів упродовж 6-ти місяців питною водою, обробленою реагентами на основі солей ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-ГХ+Ф) у дозах 10, 15 мг/л (залишкові концентрації ПГМГ у воді виявлялися на рівнях, еквівалентних 1 та 5 ГДК відповідно), що відповідають дозам коагулянтів, призвело до низки

статистично достовірних змін ($p < 0,05$) показників стану організму піддослідних тварин, зокрема, зменшення білку, зростання глюкози, зменшення гемоглобіну, підвищення лейкоцитів у крові, що свідчить про прояв токсичної дії. Крім того, у тварин піддослідних груп значно відрізнялися від контролю поведінка та їх загальний стан. Водночас доведено безпечність застосування зазначених реагентів у дозах 0,5-3,0 мг/л, що відповідають дозам флокулянтів, оскільки:

- за традиційною технологією водопідготовки в результаті коагуляційно-седиментаційно-фільтраційних процесів реагент в зазначених дозах практично повністю видаляється або визначається у питній воді на рівні слідів;

- довготривале споживання піддослідних тварин такою водою не впливає негативно на показники стану організму (біохімічні, імунологічні, гематологічні), які упродовж 6-ти місяців хронічного токсикологічного експерименту не відрізнялися від контролю.

Особливості використання реагентів у натурних умовах досліджено на водопровідних станціях м. Новоград-Волинський Житомирської області та КП «Житомирводоканал», де використовують традиційні водопровідні споруди. На двох майданчиках водоочищення водопровідної станції м. Новоград-Волинський використовували 3 реагенти (не використовували первинне хлорування), а на третьому – 4 реагенти (використовували первинне хлорування). На третьому майданчику використовували первинне хлорування гіпохлоритом натрію та обробку води полімерним реагентом «Валеус» у горизонтальних відстійниках. На перших двох майданчиках замість первинного хлорування використовували реагент «Валеус» у дозі $\leq 0,5$ мг/л. За дослідженими показниками епідемічної безпеки та санітарно-хімічними якістю водопровідних питних вод відповідала гігієнічним вимогам. У 2017 р. на першому майданчику очищення питних вод відмовилися від застосування реагенту «Валеус», що призвело до збільшення фактичної середньої дози коагулянту за рік у 1,4 раза. Випробовування реагенту «Валеус» на водопровідній станції КП «Житомирводоканал» підтвердило доцільність його застосування з метою зменшення кількості хлору, що використовується, та

вмісту у питній воді ХОС. Отже, використання реагенту на основі солей ПГМГ дозволило відмовитися від первинного хлорування, зменшити дозу коагулянту та скоротити кількість реагентів, що використовуються для очищення питної води.

На наступному етапі досліджень проведено аналіз стану питного водопостачання та якості всіх видів питних вод. Виявлено, що майже у всіх областях України експлуатуються водопроводи із порушенням санітарних норм через: відсутність зон санітарної охорони (67,3 %), необхідного комплексу очисних споруд (18,2 %) та ефективного знезараження (24,4 %). Упродовж 20-ти років відсутність зон санітарної охорони у комунальних, відомчих та сільських водопроводах зустрічається у 3-4 рази частіше, ніж інші порушення. За даними 2016 р. питома вага нестандартних проб водопровідних питних вод найменша за радіаційними (1,1 %), більша за бактеріологічними (6,4 %) та найбільша за санітарно-хімічними (18,4 %) показниками. Якщо порівнювати з даними 1993 р., то кількість нестандартних проб за санітарно-хімічними показниками збільшилася у комунальних (у 1,4 раза), відомчих (у 1,7 раза), сільських (у 1,3 раза) водопроводах, та за бактеріологічними зменшилася у комунальних (у 1,7 раза), відомчих (у 1,3 раза), сільських (у 1,3 раза) водопроводах. Упродовж 2012-2016 рр. частота відхилень проб питної води від гігієнічних нормативів у водопровідних мережах збільшилася за бактеріологічними у 2,3 раза, санітарно-хімічними – у 1,4 раза. Зазначений зріст обумовлено понаднормативним вмістом показників із санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, зокрема, на нашу думку, розширенням у 2015 р. спектру показників якості питних вод, що потребують визначення, завдяки: кобальту, нікелю, селену, хрому загального, бенз(а)пирену, пестицидів, дибромхлорметану, хлороформу та суми ТГМ [38]. Найбільшу частоту відхилень якості водопровідної питної води від гігієнічних нормативів виявлено для органолептичних показників (49,5 %), що є «індикаторними» згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС [36]. Результати проведених

досліджень підтверджують періодичну або епізодичну наявність у водах України централізованого та нецентралізованого питного водопостачання (з поверхневих та підземних джерел) понаднормативний вміст забруднюючих речовин. Відповідні показники якості вод за величиною питомої ваги проб невідповідної якості можливо розташувати у такий ряд: марганець (2,5 %) > залізо (2,3 %) > кадмій (1,4 %) > свинець (0,4 %) (для поверхневих вод); хлороформ (36,6 %) > залізо (5,5 %) > нітрати (4,6 %) > марганець (2,1 %) > кадмій (1,2 %) > свинець (0,8 %) > мідь (0,4 %) > нікель (0,2 %), цинк (0,2 %), ДДД (0,2 %), ДДЕ (0,2 %) > ДДТ (0,1 %) (для питних вод). Згідно з вимогами європейського законодавства [36], марганець та залізо належать до «індикаторних» показників, нормативи для яких можуть бути збільшені, а зазначені пестициди заборонені для використання відповідно до Конвенції про стійкі органічні забруднення, що була ратифікована в Україні у квітні 2007 р.

У разі використання підземних вододжерел часто стикаються не стільки з антропогенним забрудненням, скільки із невідповідністю їх природного складу гігієнічним вимогам. Особливо це стосується мінерального складу підземних вод [3]. Через відсутність альтернативних джерел у населених пунктах тимчасово дозволялося використовувати питну воду відповідної якості за умов планування та реалізації заходів, спрямованих на поліпшення якості питної води. Аналіз результатів досліджень підземних вод показав, що майже у всіх областях експлуатуються підземні водозабори з водою нестандартної якості за деякими показниками, що характеризують мінеральний склад. Зазначене стосується 9-тьох показників: сухий залишок, сульфати, хлориди, загальна жорсткість, марганець, залізо, аміак, нітрати, фториди, а найчастіше 4-ьох: сухий залишок, сульфати, загальна жорсткість, залізо. Зазначені показники відносять до «індикаторних» [36], крім фторидів та нітратів. За величиною територіальної поширеності зазначені показники можливо розташувати у такий ряд: залізо > загальна жорсткість > сухий залишок > нітрати, хлориди > сульфати > марганець > фториди > аміак.

До чинників невідповідної якості водопровідних питних вод також слід віднести відсутність цілодобового водопостачання упродовж доби у багатьох регіонах України, незадовільний технічний стан водопровідних мереж, недосконалість застосованих технологій водоочищення, природне та антропогенне забруднення джерел питного водопостачання.

Результатами подальших досліджень встановлено, що за даними 2016 р. кількість нестандартних проб води споруд нецентралізованого питного водопостачання за санітарно-хімічними (33 %) та бактеріологічними (23 %) показниками суттєво гірша за якість водопровідної питної води. Встановлена залежність співвідношення нестандартних проб питної води за хімічними та бактеріологічними показниками, що суттєво не змінюється у всі роки спостережень (2007-2016 рр.). Майже в усіх областях України виявляються колодязі, каптажі джерел та індивідуальні свердловини, якість води яких не відповідає гігієнічним вимогам. Більш ніж 50 % проб із відповідних споруд не відповідає гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками у Кіровоградській та Луганській областях, за бактеріологічними – м. Севастополь. Кількість нестандартних проб з індивідуальних свердловин за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками у 1,4 раза та у 3,2 раза менша, ніж з колодязів. Найпоширенішими спорудами нецентралізованого питного водопостачання були та залишаються колодязі (97,5 %). У місті Києві експлуатуються бювети, що представляють собою інженерну водозабірну споруду для забезпечення споживачів міжшаровими підземними водами (глибина свердловин від 90 до 340 м), до складу якої входять свердловина, розподільна колонка та здебільшого павільйон. Майже в усіх районах міста Києва, де побудовано бювети (10 районів), якість води з них не відповідає гігієнічним вимогам. Загалом з-поміж досліджених вод 140 бюветів якість 48 % не відповідала гігієнічним нормативам. На лівобережній частині Києва кількість бюветів (60) у 1,3 рази менша, ніж на правій (80), а питома вага бюветів, якість води яких не відповідала гігієнічним вимогам, більша у 2,1 раза. Найчастіше у водах з бюветів не відповідав гігієнічним вимогам один із зазначених показників (58 %), рідше – два (28 %), три (12 %) та чотири (2 %). Найчастіше не відповідав гігієнічним

вимогам вміст загальної лужності та каламутності, рідше – інших органолептичних показників, ще рідше – загальної жорсткості, ще рідше – загального заліза, ще рідше – хлоридів, найрідше – амонію. За результатами державного моніторингу та особистих досліджень виявлено такі забруднювачі вод із колодязів, каптажів джерел та індивідуальних свердловин: нітрати, нікель, фенол, формальдегід, кремній; «індикаторні показники» – органолептичні показники, загальне залізо, загальна жорсткість, амоній; з бюветів: селен, загальна лужність; «індикаторні показники» – каламутність та інші органолептичні показники, загальна жорсткість, загальне залізо, хлориди, амоній.

Упродовж 2005-2016 рр. через відсутність або дефіцит води питної якості населені пункти деяких областей України забезпечувалися привізними питними водами в автоцистернах. Мінімальна їх кількість була у 2014 р. (8 областей), максимальна – 2008 р. (11 областей). За даними 2016 р. та величиною питомої ваги населених пунктів області, що забезпечуються привізними водами, можна розташувати у такий ряд: Запорізька (25,5 %), Дніпропетровська (18 %), Миколаївська (17 %), Одеська (11,9 %), Донецька (3,3 %), Львівська (3,0 %), Кіровоградська (2,2 %), Херсонська (1,0 %), Полтавська (0,4 %), Івано-Франківська (0,25 %).

Упродовж 10-ти років виробництво питних вод із мобільних та стаціонарних пунктів розливу та фасованих стало поширенішим. Впровадження ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] сприяло поліпшенню якості зазначених вод, якість яких не регламентувалася до 2010 р. жодним нормативно-правовим актом. Результати особистих досліджень питних вод фасованих та з пунктів розливу, що виготовлялися із вод свердловин, каптажів джерел та питних водопровідних у різних областях України упродовж 2013-2017 рр., свідчать про таке. З-поміж 129 досліджених якість 74 вод не відповідала гігієнічним вимогам після встановлення обладнання або тривалого її виробництва. За частотою відхилення від гігієнічних вимог проблемні показники якості питних вод можна розташувати у такий ряд: хлороформ та інші тригалогенметани (51 %) > сухий залишок (36 %) > ПО (24 %) > забарвленість (12 %) > амоній (9 %) та нітрати (9 %) > феноли (6 %) >

водневий показник (3 %), кремній (3 %), натрій (3 %), хлориди (3 %), у разі штучного йодування – йод (3 %) (виготовлені з водопровідних); кремній (47 %) > сухий залишок (24 %) > забарвленість (16 %) > нітрати (11 %) > лужність (11 %), марганець (8 %), водневий показник (8 %), загальна жорсткість (8 %), каламутність (8 %) > загальне залізо (5 %) > фториди (3 %), ПО (3 %), нітрити (3 %) (виготовлені з підземних джерел питного водопостачання). До «індикаторних» відносять: сухий залишок, ПО, забарвленість, амоній, водневий показник, натрій, хлориди, марганець, загальна жорсткість, каламутність, загальне залізо. Кількість проб питної води невідповідної якості з підземних джерел у 1,4 раза менша, ніж у разі її виробництва з водопровідних, виготовлених з поверхневих вододжерел. Серед 38 питних вод з підземних джерел та 33 після доочищення водопровідних, якість яких не відповідала гігієнічним вимогам, 24 % та 33 % відповідно мали низький вміст сухого залишку (менше за 100 мг/л) через застосування зворотного осмосу. Виробники свідомо виготовляють знесолену питну воду через попит на ринку, необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я питної води відповідного складу. До того ж схеми водопідготовки питних вод із пунктів розливу в особисту тару споживача та фасованої розробляються без врахування типу, якості вихідної води та ефективності методів водопідготовки.

Отже, до невідповідної якості питної води фасованої та з пунктів розливу комерційного призначення призводить: забруднення вихідної води, порушення чинних нормативних вимог щодо проведення попередніх досліджень її якості та санітарно-гігієнічних умов виробництва, відсутність професійного підбору водоочисного обладнання без врахування типу, якості вихідної води, ефективності методів водопідготовки та вибору раціональної технології водопідготовки, а також державного нагляду за якістю питної води тощо.

Було проаналізовано правила до розробки національного нормативного документа у разі імплементації Директиви 98/83/ЄС [36], що зводяться до такого: заходи по виконанню директиви ні за яких обставин не повинні призвести до зниження наявної якості питної води; кількість показників порівняно з переліком

директиви може збільшуватися, а нормативи можуть бути жорсткішими там, де це необхідно для попередження захворюваності населення.

Виявлено, що в українському нормативному документі на відміну від Директиви 98/83/ЄС [36] включено 22 санітарно-хімічних, 6 епідеміологічної безпеки та 2 радіаційних показників, що відсутні у Директиві 98/83/ЄС [36]. Зокрема, регламентовано ширший спектр побічних продуктів дезінфекції та залишкового вмісту реагентів. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] питома вага нормативів для органічних речовин у 1,6 раза більша, ніж у європейському документі здебільшого завдяки залишковим концентраціям реагентів та побічних продуктів дезінфекції. В українському документі відсутні 9 показників, що є у Директиві 98/83/ЄС [36]: акриламід, вініл хлорид, епіхлоргідрин, поліцикличні ароматичні вуглеводні (сума бензо(b)флуорантену, бензо(k)флуорантену, бензо(ghi)перилену, індено(1,2,3-cd)пирену), бромат, «індикаторні» – електрична провідність, *Clostridium perfringens*, тритій, загальна доза іонізуючого опромінення; «індикаторні» показники для водопровідних питних вод – загальне мікробне число за температури у 22°C, загальні коліформи та *Clostridium perfringens* (включаючи спори), для питних вод, що розливаються у пляшки та контейнери – загальні коліформи, *Clostridium perfringens* (включаючи спори). Крім того, зазначені перші три показники (акриламід, вінілхлорид, епіхлоргідрин) мають ГДК в країнах Європейського Союзу у 100 разів жорсткіші, ніж в Україні. Вимоги до якості питних вод водопровідних щодо показників епідемічної безпеки у Директиві 98/83/ЄС [36] менш жорсткі, ніж у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38], а для вод, що призначені для розливу у споживчу тару, навпаки. Отже, різниця у регламентуванні якості питних вод за показниками епідемічної безпеки (за кількістю невідповідностей серед показників та їх нормативів), що призначені для розливу у споживчу тару (у Директиві 98/83/ЄС [36]) та фасованих (у ДСанПіН [38]) порівняно з водопровідними, у європейському документі суттєвіша, ніж українському (майже у 3 рази).

Загалом за кількістю невідповідностей (з-поміж показників та їх нормативів) Директива 98/83/ЄС [36] не відповідає (вимоги менш жорсткі або відсутні)

ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] на 25 %. А про те, кількість показників у двох документах майже збігається, однак у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] санітарно-хімічних для колодязів та каптажів джерел у 2 рази менша, ніж у Директиві [36]. На відміну від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] вимоги Директиви 98/83/ЄС [36] не поширюються на індивідуальні джерела потужністю до 10 м³ на добу в середньому або такі, що використовують менше, ніж 50 осіб, якщо ця питна вода не постачається з комерційною метою або для громадського використання, але поширюються на технологічні води підприємств харчової промисловості.

Основною відмінністю Директиви 98/83/ЄС [36] від ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] є те, що у європейському документі регламентується відбирати проби для проведення моніторингу якості питних вод у «пунктах відповідності» (з кранів споживачів та перед розливом у споживчу тару), а ДСанПіН [38] здебільшого перед надходженням у мережу споживачів (для водопровідної) та після фасування (для фасованої). У двох документах мають суттєві відмінності порядки моніторингу якості питних вод та її оцінки за «індикаторними» показниками (у ДСанПіН [38] кількість відповідних показників у 3 рази менша). У двох документах відсутній алгоритм прийняття рішень у разі понаднормативного вмісту «індикаторних» показників. У Директиві 98/83/ЄС [36] велику увагу приділено розв'язанню проблеми інформування споживачів щодо стану питного водопостачання та якості питних вод, що не передбачено у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38].

Виявлено подібні підходи, що закладено у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] та Директиву 98/83/ЄС [36], а саме: жорсткіші вимоги до якості фасованих питних, ніж для водопровідних; поетапне впровадження показників та нормативів якості питних вод; розробка програм моніторингу якості питних вод індивідуально для кожного підприємства (кількість показників встановлюється коливається залежно від виду вихідної та питної води, методів водоочищення тощо); необхідність розширення переліку показників, які зазначені у документі, якщо є причина підозрювати, що вони можуть бути присутніми у питній воді у кількостях потенційно небезпечних для здоров'я споживачів (у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] носить здебільшого декларативний характер).

Встановлено, що українська нормативна база щодо якості питної води потребує подальшого удосконалення з метою імплементації Директиви 98/83/ЄС [36]. На підставі проведених досліджень нами розроблено концептуальні підходи до удосконалення нормативно-правової бази щодо оцінки, моніторингу якості питних вод та інформування споживачів.

Виявлено проблемні показники якості різних видів питних вод та серед них «індикаторні» згідно з вимогами європейського законодавства, на підставі чого розроблено адекватний перелік показників якості питних вод для національного нормативного документа.

У Директиві 98/83/ЄС відсутній алгоритм прийняття рішень щодо безпечності питної води у разі наднормативного вмісту «індикаторних» показників, зазначене насамперед обумовило проведення цієї роботи. Визначено, що основою у разі корегування нормативів для «індикаторних» показників повинні стати наукове обґрунтування (виявлення чинників і наслідків вмісту у питній воді) та впровадження профілактичних заходів (встановлення можливих умов для збільшення нормативу з метою попередження негативного впливу питної води на здоров'я споживачів). Запропоновано приймати рішення щодо можливості збільшення нормативу (-ів) для «індикаторного» (-их) показника (-ів) у кожному конкретному випадку за визначених науково обґрунтованих умов.

Корегування нормативу ПО у воді слід проводити на кожному окремому водопроводі шляхом введення корегувальних коефіцієнтів, прийнятих на підставі дослідження токсичності питної води в діапазоні реальних величин в ній ПО. Встановлено можливість корегування нормативу для ПО у питній воді, виготовленій з дніпровської води, за умови ефективного очищення від органічних речовин, впровадження методу для мінімізації вмісту ХОС у питній воді, забезпечення відповідного санітарного стану трубопроводів та споруд шляхом їх дезінфекції за графіком та у разі необхідності, а також проведення жорсткішого контролю якості питної води за показниками епідемічної безпеки та токсичними речовинами відповідно до результатів екологічного моніторингу водного об'єкта тощо.

Результати проведеного нами соціологічного дослідження шляхом анкетного опитування сільського та міського населення різних областей України (658 осіб різного віку та статі) щодо самостійної оцінки споживачами якості водопровідних питних вод виявили, що респонденти опираються лише на суб'єктивні органи чуття (зір, нюх, смак) і тільки 1 % з-поміж них вважає інші показники чинником неякісної водопровідної питної води. Проведене дослідження підтвердило відсутність в Україні діючого механізму інформування споживачів щодо якості питних вод. Нами розроблено основні уніфіковані форми для інформування споживачів у разі заборони або обмеження використання водопровідної питної води, систематизовано умови надання інформації споживачам та надано алгоритми інформування споживачів, що мають свої відмінності у разі понаднормативного вмісту показників 3-х різних груп: «індикаторних»; епідемічної безпеки (крім «індикаторних»); всіх інших (крім показників епідемічної безпеки та «індикаторних»). Робота сприятиме зниженню напруженості у суспільстві через необізнаність споживачів щодо якості питної води.

Порівняльна оцінка вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] щодо виробничого контролю та Директиви 98/83/ЄС [36] щодо моніторингу якості водопровідних питних вод дозволила виявити між ними розбіжності у таких характеристиках: місце розташування пунктів відбору проб, мета досліджень, порядок проведення досліджень та періодичність відбору проб. У Директиві 98/83/ЄС зазначено, що заходи з імплементації цього документа не повинні негативно впливати на якість питної води. У разі внесення змін до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] з метою імплементації європейського законодавства [36] в Україні для максимального зниження ризику подачі неякісної водопровідної питної води запропоновано регламентувати порядок її виробничого контролю за органолептичними та мікробіологічними показниками перед постачанням у розподільну мережу, що відсутнє у Директиві 98/83/ЄС [36].

У разі невідповідної якості водопровідних питних вод споживачі повинні бути забезпечені альтернативним питним водопостачанням, до якого насамперед відносять привізні питні води. Запропоновано класифікацію привізних питних вод

залежно від їх якості: поліпшеної якості (для розливу з комерційною метою) та якості, що відповідатиме водопровідній питній воді, а також тари, у яку вони розливаються (автоцистерни та фасовані багаторазового використання). Удосконалено чинну класифікацію питних вод фасованих та з пунктів розливу комерційного призначення. Зазначені питні води класифіковано залежно від: виду вихідної води, наявності обробки, штучного збагачення макро- та мікроелементами, вимог фізіологічної повноцінності. Із документа вилучено вимоги до питних вод, що можуть споживатися дітьми з перших днів життя та до 3-х років, що не відповідає європейському законодавству. Директива 98/83/ЄС [36] регламентує якість питних вод з метою захисту здоров'я споживачів питної води всіх вікових груп (з дня народження) і упродовж всього життя від шкідливого впливу будь-яких забруднень шляхом забезпечення її якості. Виявлено чинники наявності бутильованих вод для дітей із перших днів життя на ринках світу: виробництво сухих молочних сумішей, що потребує для розчинення воду з низьким вмістом мінеральних речовин або оптимального складу [445, 446]; впровадження Директиви 2009/54/ЄС [444], що передбачає виробництво мінеральних природних вод із необмеженою мінералізацією в ролі харчових продуктів.

За результатами проведених досліджень виявлено, що з-поміж 129 проб питних вод фасованих та з пунктів розливу, виготовлених упродовж 2013-2017 рр., тільки 3 були питними необробленими (природними), крім того, у ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] регламентовано вимоги до методів очищення відповідного виду вод, що жорсткіші за вимоги міжнародного стандарту CODEX STAN 227-2001 [445]. На підставі зазначеного запропоновано новий відповідний перелік методів, що на відміну від методів, рекомендованих CODEX STAN 227-2001 [445], не призводять до забруднення питних вод залишковими кількостями реагентів та побічними продуктами дезінфекції.

Найпоширенішим методом очищення підземних та водопровідних питних вод є зворотний осмос. У зв'язку із цим, з-поміж 33 вод доочищених водопровідних, якість яких не відповідала гігієнічним вимогам, 33 % (фактично суттєво більше) характеризувалися сухим залишком < 100 мг/л, що заборонено

ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38]. Вказана ситуація склалася через економічну доцільність виробництва таких вод, відсутність державного контролю їх якості, а також необізнаність споживачів. Аналіз Директиви ЄС [444] щодо виробництва бутильованих вод показав, що в Європі майже не використовується політика «заборон», надається перевага інформуванню споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я харчової продукції. Нами запропоновано застосувати саме такий підхід щодо виробництва питних вод із низьким вмістом мінеральних речовин після знесолення.

Отже, у новій редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 [38] слід врахувати поновлені класифікації питних вод привізних та поліпшеної якості комерційного призначення.

Таким чином, підвищення якості послуги з питного водопостачання в умовах євроінтеграції повинно здійснюватися шляхом комплексного вирішення низки проблем, що стосуються наступного:

1. Впровадження ефективного законодавства щодо охорони водних ресурсів, з урахуванням імплементації європейського, у тому числі, надання чинності нормативам азоту та фосфору в очищених стічних водах, що скидаються у водойми.

2. Удосконалення вимог законодавства щодо встановлення зон санітарної охорони водозаборів, враховуючи наявність новітніх технологій водоочищення.

3. Модернізація діючих та впровадження нових технологій очищення водопровідних питних вод, що передбачають у порівнянні з традиційними ефективніше знезараження, видалення органічних та мінеральних речовин, зменшення вмісту тригалогенметанів у питній воді тощо, а також за необхідності впровадження систем доочищення водопровідної питної води колективного призначення.

4. Підвищення забезпеченості випробувальних лабораторій.

5. Впровадження сучасних методів моніторингу санітарно-технічного стану трубопроводів та за необхідності їх заміна.

6. Внесення змін у чинні ДСанПіН 2.2.4-171-10, що стосуються:

- удосконалення переліку показників якості питної води та їх нормативів;

- поновлення підходу з оцінки якості питної води за “індикаторними” показниками;
- перегляду вимог до виробничого контролю та впровадження порядку моніторингу якості питної води;
- внесення порядку інформування споживачів щодо стану питного водопостачання та якості питної води;
- удосконалення класифікації питних вод фасованих та з пунктів розливу;
- поширення дії цього документу на технологічні води у харчовій промисловості тощо.

Зважаючи на вищевикладене, можна зазначити, що всі завдання роботи виконані і мета дослідження досягнута.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі узагальнення результатів наукового аналізу сучасного стану питного водопостачання, якості води р. Дніпро – основного джерела водопостачання в Україні, ефективності діючих і нових технологій та реагентів для очищення питних вод, гігієнічної оцінки всіх видів питної води, що споживається населенням, порівняльної оцінки нормативних документів у цій сфері України, Європейського Союзу та інших країн запропоновано заходи з поліпшення питного водопостачання в країні в умовах євроінтеграції з метою збереження життя та здоров'я людей. Науково обґрунтовано пріоритетні гігієнічні проблеми у галузі водопостачання та якості питної води і визначено шляхи їх вирішення, спрямовані на вдосконалення нормування, очищення, контролю та оцінки якості питних вод, моніторингу і прийняття управлінських рішень для досягнення екологічно безпечного водокористування.

1. Встановлено, що якість води основного джерела питного водопостачання України – річки Дніпро у часовому розрізі характеризується високим вмістом органічних та біогенних речовин, особливо виражене на окремих ділянках річки, що створює проблеми з отриманням якісної питної води на водопровідних станціях із традиційною технологією водоочищення. На підставі проведеної оцінки якості річкової води за показниками, що впливають на ризик її «цвітіння», виявлено, що найгіршою вона є в зоні Середнього Дніпра (Кам'янського водосховища біля міста Горішні Плавні), де інтегральний екологічний показник у 7 разів більший за мінімальний (у пониззі річки Дніпро). Кластерний аналіз дозволив виявити пункти відбору проб із схожою якістю води (пункти 7 та 8), а також показники якості річкової води із подібними закономірностями змін значень (ХСК та кольоровість). Розрахунок математичної моделі динаміки ХСК залежно від

сезону року дозволив виявити максимальний пік цього показника ($p < 0,001$) у першу декаду серпня.

2. Описано динаміку змін комплексних показників якості води річки Дніпро у місцях питних водозаборів та питних вод на очисних спорудах шести водопровідних станцій із застосуванням методу інтегральної оцінки з використанням коригувальних коефіцієнтів, що враховують пріоритетність різних показників та груп показників між собою у аспекті впливу на здоров'я. Середні значення комплексних показників, що відповідають найгіршій якості річкової води, для вихідної води ДВС-1 м. Запоріжжя ($0,267 \pm 0,008$) та цеху водопостачання Західного групового водоводу КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради ($0,273 \pm 0,004$) у 1,3-1,7 разів більші ($p < 0,001$), ніж для вихідної води водозаборів з р. Дніпро, розташованих вище за руслом, а для питної води водоочисних ліній № 1 та № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя ($0,260 \pm 0,008$ та $0,265 \pm 0,008$ відповідно) та КП «Бердянськводоканал» ($0,282 \pm 0,009$) у 1,1-1,7 разів ($p < 0,001$) більші, ніж для питної води інших водопроводів. Результати виконаних досліджень демонструють кількісну залежність узагальненого показника якості питної води від якості вихідної, що змінюється залежно від місця розташування водозабору вздовж русла Дніпра, технологічних рішень водоочищення та протяжності водоводів.

3. Встановлено, що традиційні технології водоочищення на водопровідних станціях, де використовують воду р. Дніпро, відрізняються різними спорудами для її освітлення, засипками для швидких фільтрів, реагентами для флокуляції та коагуляції, знезаражуючими засобами і у всіх варіантах технологічних рішень не завжди забезпечують нормативну ефективність очищення природної води до вимог питної, насамперед, від органічних речовин. У вихідній воді водопровідних станцій середня концентрація органічних речовин за ХСК до 1,5-2,0 разів більша за максимально можливу (15 мг/л), розраховану на використання традиційної технології водоочищення, при цьому максимальна концентрація ПО у питній воді при нормі 5 мг/л сягає до 3 ГДК. Через зазначене з-поміж 9-ти проблемних «індикаторних» показників у водопровідних питних водах ПО є найпроблемнішим показником, має найбільший максимальний рівень перевищення нормативу (2 ГДК)

та відсоток нестандартних проб (100 %). Водночас у понаднормативних концентраціях при хлоруванні води виявляються періодично або постійно хлороформ (до 4,7 ГДК), періодично – дибромхлорметан (до 3 ГДК) та хлор зв'язаний (до 1,1 ГДК). Виявлено погіршення якості очищеної дніпровської питної води під час транспортування великим стальним водоводом довжиною 175 км за показниками загальне залізо (у 1,5 раза) та забарвленість (у 1,5 раза). Встановлено забруднення водопровідних питних вод формальдегідом, нафтопродуктами, свинцем, нікелем, селеном, що виготовляються з дніпровської води у промислових, а також у маловодних регіонах, де використовуються води великих водоводів та з місцевих поверхневих та підземних вододжерел некондиційної якості, зокрема, за вмістом мінеральних речовин. Обґрунтовано доцільність перегляду та розроблено методичні підходи до встановлення нормативу вмісту органічних речовин за ПО у водопровідній питній воді у сучасних умовах водокористування.

4. Дана позитивна гігієнічна оцінка запровадженої в Україні новітньої багатоступеневої технології з баромембранним модулем очистки поверхневої води з підвищеною мінералізацією до вимог питної. Показано, що використання в технологічній схемі споруд механо-сорбційного очищення та нанофільтрації разом із традиційними реагентними методами (первинне хлорування, коагуляція, флокуляція та вторинне хлорування) забезпечує високу ступінь очищення природної води від органічних речовин та мікроорганізмів, а також мінеральних сполук за сухим залишком (на 63 %) та сульфатами (на 98 %), за загальною жорсткістю (на 85 %), доводячи їх вміст у питній воді до рівнів значно нижчих за гігієнічні нормативи. За цією технологією, на відміну від традиційної, що використовується у нас на річкових водопроводах, з природної води видаляється близько 80 % органічних речовин, за традиційною технологією – не більше 30-50 %, що знімає проблему із недотриманням нормативу ПО у питній воді. Отримані дані дають підстави рекомендувати зазначену технологію для ширшого використання у практиці підготовки питної води з поверхневих водойм, зважаючи на високу її ефективність не тільки стосовно органічних речовин, але й мінеральних сполук,

рівні яких мають тенденцію до зростання у воді річок, особливо на півдні та південному сході країни.

5. Доведено за результатами лабораторних та натурних досліджень можливість використання в технології очищення поверхневих вод реагентів на основі ПГМГ (ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф) як флокулянтів із знезаражуючою дією, що можуть стати альтернативою хлору на етапі первинної їх обробки в процесі підготовки питної води. На відміну від традиційних флокулянтів, ці реагенти володіють бактерицидною активністю (найбільша у ПГМГ-ГХ+Ф), що не поступається хлору, а їх флокулююча здатність відносно впливу на гідрохімічні показники поверхневих вод не гірша, ніж у вітчизняних та зарубіжних флокулянтів (Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C, Магнафлок LT-27). Обґрунтовано допустиму дозу солей ПГМГ для первинної обробки поверхневої води на рівні 0,5-1,5 мг/л та можливість її збільшення у 2 рази за умов використання разом із коагулянтом (доза 40-60 мг/л), відстоювання та фільтрування у традиційній водоочисній технології на річкових водопроводах.

6. Встановлено в 6-ти місячному хронічному санітарно-токсикологічному експерименті, що споживання білих щурів питною водою, підготовленою з поверхневої води за традиційною водоочисною технологією з використанням ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф як флокулянтів (دوزи 0,5; 1,0; 3,0 мг/л, залишкові концентрації ПГМГ у воді не визначались або були суттєво менші за ГДК), не впливає на загальний стан піддослідних тварин та не призводить до змін гематологічних, імунологічних, біохімічних показників в їх організмі порівняно з контролем. Збільшення доз цих реагентів (10 та 15 мг/л) до рівнів доз, притаманних коагулянтам, призводило до понаднормативного надходження їх до питної води (залишкові концентрації ПГМГ у воді виявлялися на рівнях, еквівалентних 1 та 5 ГДК відповідно); довготривале споживання тварин такою водою чинило токсичний вплив на їх загальний стан та організм (особливо помітний в групі тварин – 5 ГДК), що підтверджувалось достовірними змінами ($p < 0,05$) окремих гематологічних (вміст гемоглобіну, лейкоцитів) та біохімічних (білковий та вуглеводний обмін) показників, що не дозволяє рекомендувати використовувати солі ПГМГ в якості

коагулянтів. Використання реагентів на основі солей ПГМГ можливо лише в якості флокулянтів, оскільки питна вода, підготовлена за їх участю, є безпечною і не несе загрозу здоров'ю людей.

7. Узагальнення моніторингових досліджень якості водопровідних питних вод України за останні 20 років засвідчило стабільну динаміку зростання частоти відхилень від гігієнічних вимог за санітарно-хімічними показниками (межі коливання – від 11,4 % до 18,4 %) та хвилеподібну – за бактеріологічними (межі коливання – від 2,8 % до 9,2 %) із зростанням в останні роки до 18,4 % та 6,4 % відповідно. Збільшення кількості нестандартних проб за санітарно-хімічними показниками відбувається за рахунок речовин із санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, передусім, хлорорганічних сполук, що є пріоритетними забруднювачами питних вод, виготовлених з поверхневих джерел. В питній воді водопроводів з підземних джерел проблемними показниками із санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, що можуть мати відхилення від нормативів, є нітрати та фториди. Питома вага водопроводів, що працюють з порушеннями вимог санітарного законодавства за період спостереження коливається у межах від 3,1 % до 6,2 %, зокрема, через відсутність зон санітарної охорони (67,3 %), ефективного знезараження (24,4 %) та необхідного комплексу очисних споруд (18,2 %). Встановлено, що кількість нестандартних проб водопровідних питних вод за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками у 1,8 та 3,6 разів, відповідно, менша, ніж із споруд нецентралізованого питного водопостачання.

8. Проведене соціологічне опитування населення засвідчило низьку обізнаність споживачів щодо потрібної якості водопровідних питних вод, яка оцінюється респондентами лише на основі суб'єктивного сприйняття органами чуття (99 %). Запропоновано алгоритми прийняття управлінських рішень для інформування споживачів водопровідної питної води про її якість та стан питного водопостачання, що мають свої відмінності у разі понаднормативного вмісту 3-х різних груп показників («індикаторні», епідемічної безпеки («крім «індикаторних»)) та інші показники), та уніфіковані форми надання інформації споживачам. Визначено основні принципи та критерії оцінки, що слід брати до уваги при

розробці порядку моніторингу якості питних вод та необхідності корегування нормативів «індикаторних» показників.

9. Показано, що з-поміж досліджених проб питної води поліпшеної якості, що розливається з комерційною метою (фасованих, з пунктів розливу), або відбирається з бюветів м. Києва не відповідають гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками 57 % та 48 % відповідно. Найчастіше у питних водах виявляється понаднормативний вміст: хлороформу (до 18 ГДК) та/або сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л), ПО (до 22 ГДК) (у фасованих та з пунктів розливу, що виготовляються з водопровідних вод із поверхневих джерел); кремнію (до 3,8 ГДК) або сухого залишку (у концентрації < 100 мг/л) (у фасованих та з пунктів розливу, що виготовляються з підземних вододжерел); загальної лужності (до 1,9 ГДК), органолептичних показників (за каламутністю до 10,1 ГДК) (з бюветів м. Києва). Якість доочищених питних вод фасованих та з пунктів розливу, виготовлених з річкових водопровідних вод, у 1,4 рази частіше не відповідає нормативам, ніж у разі їх виробництва з підземних вододжерел, при цьому кількість показників, що мають відхилення від гігієнічних нормативів, у доочищених водах з поверхневих джерел у 2 рази менша, ніж з підземних.

10. Порівняльний аналіз чинних українського та європейського нормативних документів з якості питної води виявив основні розбіжності у: сфері застосування документів, переліку регламентованих показників якості питної води та їх нормативах; правилах з організації відбору проб для визначення якості питної води; порядках оцінки якості питної води за «індикаторними» показниками та інформування споживачів щодо стану питного водопостачання та якості питної води. На виконання завдань наукової частини Загальнодержавної програми «Питна вода України» на 2006-2020 роки, з урахуванням встановлених розбіжностей в цих документах, нами розроблено концепцію гармонізації вітчизняної нормативної бази щодо якості питної води з європейськими стандартами, що була трансформована у проект нової редакції відповідних ДСанПіН, які знаходяться на затвердженні в МОЗ України.

11. Проведені дослідження лягли в основу розробки гігієнічних рекомендацій щодо оздоровлення екологічного стану річки Дніпро, модернізації технологій підготовки питної води з поверхневого джерела, поліпшення якості питної води, удосконалення порядку моніторингових досліджень природної та питної води, а також обґрунтування змін та доповнень в чинні державні санітарні норми та правила (ДСанПіН 2.2.4-171-10), спрямовані на імплементацію європейського водного законодавства в Україні, що дозволило розробити та впровадити низку відповідних законодавчих та нормативно-методичних документів (пропозиції до Водного Кодексу України, Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», ДСанПіН, ДГН, ДБН). Натомість залишається актуальним вирішення проблем імплементації та апроксимації європейського природоохоронного законодавства у повному обсязі, без чого неможливо гарантувати якість питних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Профілактична токсикологія та медична екологія. Вибрані лекції для науковців, лікарів та студентів / за ред. І.М. Трахтенберга. К. : АБІЦЕНА, 2011. 320 с.
2. Сердюк А.М., Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л. та ін. Оцінка радіаційної якості води в Україні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (одинадцяті марзєєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Вип. 15. Київ, 2015. С. 57-58.
3. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К. : Медицина, 2016. 400 с.
4. Гаркавий С.І., Сало Т.Л., Чернокозинський А.В. Екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти впливу скиду стічних вод міст на якість поверхневих вод басейну р. Дніпро // Науковий вісник Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. 2010. № 27. С. 83-92.
5. Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Одесса : Фенікс, 2017. 322 с.
6. Черниченко О.І., Литвиченко О.М., Баленко Н.В., Соверткова Л.С. Розробка проблеми з питань хімічного канцерогенезу в Україні: досвід та досягнення (до 25-річчя НАМНУ) // Довкілля та здоров'я. 2018. № 86 (Спецвипуск). С. 40-46.
7. Гончарук В.В., Руденко А.В., Сапрыкина М.Н., Болгова Е.С. Выявление микроорганизмов, находящихся в некультуральной состоянии в хлорированной воде // Химия и технология воды. 2018. № 1 (40). С. 81-91.

8. Stefanie Schwemlein, Ryan Cronk, Jamie Bartram. Indicators for Monitoring Water, Sanitation, and Hygiene: A Systematic Review of Indicator Selection Methods // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016. Vol. 13(3). P. 333. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4808996/>.
9. Верголяс М.Р. Альтернативный метод оценки качества питьевых вод при помощи биотестирования // *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2016. № 4 (46). С. 159-166.
10. Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Антомонов М.Ю. Вплив мінерального складу питної води на хвороби системи кровообігу // *Довкілля та здоров'я*. 2016. № 4 (54). С. 54-58.
11. Польшка Н.С., Федоренко В.І., Пластунов Б.А. Проблеми збереження довкілля і здоров'я нації у матеріалах XV з'їзду гігієністів України // *Довкілля та здоров'я*. 2013. № 2 (65). С. 68-80.
12. Smith R., Nieuwenhuijsen M., Wright J., Raynor P., Cocker J., Jones K. Validation of trichloroacetic acid exposure via drinking water during pregnancy using a urinary TCAA biomarker // *Environmental Research*. 2013. Vol. 126. P.145-151.
13. Савченков М.Ф., Ефимова Н.В., Мануева Р.С., Николаева Л.А., Шин Н.С. Патология щитовидной железы у детского населения при сочетанном воздействии дефицита йода и фтористого загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2016. № 95(12). С. 1201-1205.
14. Сердюк А.М., Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф. Питна вода та інфекційні хвороби: аналітичне та концептуальне дослідження ризику для здоров'я населення // *Журнал Академії медичних наук України*. 2008. № 4 (14). С. 705-718.
15. Коршун М.М., Гаркавий С.І., Руда Т.В. та ін. Наукове обґрунтування гранично допустимої концентрації дифлуфензопіру та піметрозину у воді водойм // *Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (тринадцяті марзєєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф., Київ, 2017. С. 40-42.*
16. Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В., Васильєва Т. Ю. Характеристика токсичності води поверхневих водойм Українського Придунав'я з використанням

мікробної тест-системи *Salmonella typhimurium* TA 98 // Journal of Education, Health and Sport. 2015. № 5(4). P. 366-373.

17. Чумак Ю.Ю., Зубко М.В., Родина Р.А. Господарсько-питне водопостачання та стан поверхневих водоем в Україні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (дванадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2016. Вип. 16. С. 200-201.

18. El-Shehawy R., Gorokhova E., Fernández-PiZas F., F. F. del Campo. Global warming and hepatotoxin production by cyanobacteria: What can we learn from experiments? // Water Research. 2012. Vol. 46, № 5. P. 1420-1429.

19. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Гуменнікова Н.М., Беньке Л.В. Гігієнічні аспекти щодо санітарного та екологічного стану затоки Дніпра «Осокорки» та прилеглої до неї території в районі ж/м «Осокорки» та забезпечення оптимальних умов їх використання для рекреаційних цілей // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (дванадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф., 2016. Вип. 16. С. 195-197.

20. Пічуря В.І., Шахман І.О., Бистрянцева А.М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро // Біоресурси та природокористування. 2018. № 1-2. С. 44-57.

21. Ставицький Е.А., Рудько Г.І., Яковлева Є.О. та ін. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Чернівці: Букрек, 2011. Т. 1. 348 с.

22. Єзловецька І.С. Екологічна оцінка якості води поверхневих джерел для удосконалення технології водопідготовки : автореф. дис. ... канд. сільськогосп. наук : 03.00.16 / Національний інститут біоресурсів та природокористування України. К., 2010. 25 с.

23. Прокопов В.О., Томашевська Л.А., Липовецька О.Б. та ін. Біологічна дія хлороформу та монохлороцітової кислоти з питною водою на організм піддослідних тварин // Довкілля та здоров'я. 2017. № 3 (83). С. 4-8.

24. Мокиєнко А.В., Н.Ф. Петренко Н.Ф., А.А. Полищук А.А. и др. Водопользование Одесской области: к анализу рисков загрязнения вирусами водных

объектов и питьевой воды // Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія. 2009. № 1 (15). С. 136-145.

25. Sawaya K., Kaneko N., Fukushi K. et al. Behaviors of physiologically active bacteria in water environment and chlorine disinfection // *Water Science & Technology*. 2008. Vol. 58. № 7. P. 1343-1348.

26. Основи екології / за ред. В.Г. Бардова, В.І.Федоренко. К. : Нова книга, 2013. 424 с.

27. Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В. Гігієнічна оцінка вірусної контамінації водних об'єктів Українського Придунав'я // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2014. № 4. Т.2 (38-II). С. 41-48.

28. Прокопов В.О., Труш Е.А., Куліш Т.В., Соболев В.А. Сравнительная гигиеническая оценка содержания токсических летучих и нелетучих хлорорганических соединений в водопроводной питьевой воде // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2015. Вип. 65. С. 44-50.

29. Петренко Н.Ф., Василькевич М.О. Дослідження ефективності видалення тригалогенметанів за допомогою водоочисних пристроїв з різними технологіями очистки // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2009. № 4. С. 88-94.

30. Зайцев В.В., Рублевська Н.І. Прогнозні ризики для здоров'я міського населення від споживання питної водопровідної води, що містить підвищені рівні хлороформу // Український журнал медицини, біології та спорту. 2018. Т. 3 № 5. С. 187-190.

31. Abouleish M.Y., Wells M.J. Trigalome methane formation potential of aquatic and terrestrial fulvic and humic acids: Sorption on activated carbon // *Science of the Total Environment*. 2015. Vol. 521-522. P. 293-304.

32. Мокієнко А.В. Біоплівки і нозокоміальні інфекції: до обґрунтування взаємозв'язку // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (десяті марзєєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2014. Вип. 14. С. 49-51.

33. Мокієнко А.В. Биопленки госпитальных экосистем (анонс монографии) // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 64. С. 86-96.

34. Liu J.L., Li X.Y., Xie Y.F., Tang H. Characterization of soluble microbial products as precursors of disinfection byproducts in drinking water supply // *Science of The Total Environment*. 2014. Vol. 472. P. 818-824.

35. Водоснабжение и водоотведение : учебное пособие для студентов заочного отделения факультета / под. ред. Воронова Ю.В., Ивчатова А.Л. ; Московский государственный строительный университет. М. : изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. 487 с.

36. COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption (OJ L 330, 5.12.1998, p. 32-54) // *Official Journal of the European Communities*. 2015. № 15.10.27. P. 1-36.

37. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством : ГОСТ 2874-82. Москва, 1985. 6 с.

38. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2012. 55 с.

39. Bhati M., Rai R. Nanotechnology and water purification: Indian know-how and challenges // *Environmental Science and Pollution Research*. 2017. Vol. 24 (30). P. 23423-23435.

40. Пономаренко Р. В. Підвищення екологічної безпеки питного водопостачання регіону в умовах забруднення поверхневого джерела : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 21.06.01 / Сумський державний університет. Суми, 2011. 20 с.

41. Shannon M.A., Bohn P.W., Elimelech M. et al. Science and Technology for Water Purification in the Coming Decades // *Nature*. 2008. Vol. 452. P. 301-310.

42. Хоружий П.Д., Петроченко О.В. Концепція децентралізованого господарсько-питного водопостачання // *ЕТЕВК-2013* : зб. доп. міжнар. конгресу. Ялта, 2013. С. 154-156.

43. Эпоян С.М., Благодарная Г. И., Душкин С. С., Сташук В. А. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды : монографія. Харьков : ХНАГХ, 2013. 190 с.

44. Воинцева И.И. Полигексаметиленгуанидин гидрохлорид для очистки и обеззараживания воды как альтернатива реагентам-окислителям // Вода: химия и экология. 2011. № 7. С. 39-45.

45. Ильин С.Н. Использование инновационных технологий в области водоподготовки на комплексе водоочистных сооружений МУП «Водоканал» г.Череповец // Современные технологии в системах водоснабжения и водоотведения. Изменения в федеральном законодательстве : сб. тезисов докл. наук.-практ. конф. Вологда, 2015. С. 13-23.

46. Воинцева И.И., Ильин С.Н., Конкина Л.А., Макарова Н.М. Инновационные технологии водоподготовки на комплексе водоочистных сооружений МУП «Водоканал» г. Череповца с использованием обеззараживающих средств на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ-ГХ) // Вода: химия и экология. 2016. № 03. С. 28-35.

47. Плитман С.И., Фигурина Т.И., Новиков М.Г., Петрова Л.Ш., Аверин С.Ю., Ильин С.Н. Гигиенические и санитарно-технические аспекты применения в водопроводной практике реагентов на основе ПГМГ-ГХ // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2016. № 2. С. 20-25.

48. Neng Qian. Bottled Water or Tap Water? A Comparative Study of Drinking Water Choices on University Campuses // Water. 2018. Vol. 10. doi: 10.3390/w10010059.

49. Прокопов В.О., Чирська Н. В., Соболев В. А. , Кононенко Т.А., Куліш Т.В. Гігієнічна оцінка нової сучасної технології доочистки питної води // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 70-74.

50. Прокопов В.О., Кузьмінець О.М., Сахно Н.В. Доочистка водопровідної питної води – актуальна проблема сьогодення // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (шості марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2010. Вип. 10. С. 117-118.

51. Пономарев В.Л. Фильтрующие картриджи: от простого к сложному // Вода и водоочистные технологии. 2015. № 1-2. С. 26-34.

52. Андрианов А.П., Спицов Д.В., Рудакова Л.В. Новые технологии и аппараты на основе методов ультра- и нанофильтрации для систем водоснабжения и теплоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 7. С. 12-19.

53. Стрикаленко Т.В., Крикун Л.О., Степанова Л.В., Швець Є.А. Моніторинг шляхів рішення задач оптимізації якості бутильованих питних вод // Вода в харчовій промисловості : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Одеса, 2010. С. 33-34.

54. Fakhri Y., Khaneghah A., Nadiani M., Keramati H. Non-carcinogenic risk assessment induced by heavy metals content of the bottled water in Iran // Toxin Reviews. 2017. Vol. 36. Is. 4, P. 313-321.

55. Скубченко В.Ф. О создании установок получения питьевой воды повышенного качества // Водопостачання та водовідведення. Спецвипуск. 2008. С. 28-30.

56. Лахман Н. И. Украинский рынок питьевой воды. «ЮР-АКВА» – от идеи к региональному внедрению // Водопостачання та водовідведення. Спецвипуск. 2008. С. 34-45.

57. Горваль А.К. Закономерности розвитку мікробіологічних процесів у фасованій воді та умови їх стабілізації : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМНУ. Київ, 2005. 20 с.

58. Василенко С.Л. Забезпечення екологічної безпеки систем водопостачання міст : автореф. дис. ... доктора технічних наук : 21.06.01 «екологічна безпека». Київ, 2014. 36 с.

59. Коваль В.В., Рублевська Н.І., Гергель Т.І., Фарафонова О.В., Рублевський В.Д. Гігієнічна оцінка доочищеної фасованої питної води // Зб. наук. праць співробіт. НМАПО ім. П.Л. Шупика. 2014. № 23 (3). С. 49-53.

60. Якість води та управління водними ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації. Київ, 2015. Режим доступу: http://www.if.gov.ua/files/uploads/Water_brochure_fin.pdf.

61. Guidelines for Drinking-water Quality: Recommendations. Third Edition Incorporating the First and Second Addenda. Geneva: WHO, 2010. Vol. 1. 668 p.

62. Плитман С.И., Кошенков В.Н., Беспалько Л.Е. Питьевое водоснабжение как фактор влияния на здоровье населения (современные концептуальные и методические аспекты) // XI Всероссийский съезд гигиенистов и санитарных врачей : сб. статей. М., 2012. С. 19-20.
63. Петренко Н.Ф., Мокієнко А.В., Боженко А.І. Деякі медико-біологічні аспекти безпечності води, що знезаражена діоксидом хлору // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (четверті марзєєвські читання) : збір. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2008. Вип. 8. С.78-79.
64. Аверин Г.В., Голубева Л.Г. Проблемы экологического мониторинга речных водных объектов // Донбас 2020: Наука і техніка – виробництву : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Донецьк, 2002. С. 19-23.
65. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України : довідковий посібник. К. : Ніка-Центр, 2001. 392 с.
66. Мальцев Б.К. Оцінка можливості використання закритих шахт як альтернативних джерел водопостачання населення Донбасу // Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. 2006. № 1. С. 29-36.
67. Приймак А. В. Екологічна ситуація на Україні і її моніторинг: аналіз і перспективи. К. : Наука, 2000. 44 с.
68. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Кондиционные и некондиционные питьевые и технические подземные воды. Проблемы изучения, назначения использования, нормативной базы // Разведка и охрана недр. 2012. № 11. С. 18-26.
69. Бювети Києва. Якість артезіанської води / за ред. Гончарука В.В. К. : Геопринт, 2003. 110 с.
70. Гончарук В.В., Пшинко Г.Н., Милюкин М.В. и др. Эталонная стабильная вода для питьевого назначения // Химия и технология воды. 2018. № 1 (40). С. 42-53.
71. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України станом на 09.06.2018 № 2047-VIII. Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>.

72. Яковлев В.В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання : автореф. дис....доктора геолог. наук : 21.06.01 / Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ. Київ, 2017. 35 с.

73. Прокопов В.О., Липовецька О.Б. Оцінка якості питної води з підземних вододжерел України з погляду впливу на стан здоров'я населення // Науковий вісник Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. 2012. № 4. С. 122-126.

74. Фагурова О. Правове регулювання забезпечення централізованим водопостачанням сільських населених пунктів // Юридична Україна. 2010. № 2. С. 72-76.

75. Stahl M.O., Harvey Ch.F., van Geen A. et al. River bank geomorphology controls groundwater arsenic concentrations in aquifers adjacent to the Red River, Hanoi // Water Resources Research. 2016. P. 6321-6334. URL : <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/08/160822100654.htm>.

76. Sandhi A., Landberg T., Greger M. Phytofiltration of arsenic by aquatic moss (*Warnstorfia fluitans*) // Environmental Pollution. 2018. Vol. 237. P. 1098-1105.

77. Безрук К.О. Геохімія ртуті к підземних водах геологічних структур північно-західної частини Донецької складчастої споруди : автореф. дис. ... канд. геол. наук : 04.00.02 / Інститут геології і геохімії горючих копалин НАНУ. Львів, 2011. 19 с.

78. Канатникова Н.В., Захарченко Г.Л. Гигиеническая оценка подземных вод для централизованного питьевого водоснабжения г. Орла // Гигиена и санитария. 2015. № 4. С. 30-35.

79. Туровская Г.І., Туровська А.О Якісна питна вода – базова складова життєдіяльності людини // Молодий вчений. 2017. № 8 (48). С. 413-416.

80. Шевченко О.О. Гігієнічне обгрутування заходів з оздоровлення басейну ріки Сіверський Донець та охорони здоров'я населення Харківської області : дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / Харківський національний медичний університет. Харків, 2012. 189 с.

81. Прокопов В.О. Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики / за ред. А.М. Сердюка. К., 2011. С. 106-132.
82. Маценко О.М., Чигрин О.Ю., Тарановський В.І., Долгодуш А.І. Соціо-еколого-економічні проблеми водопостачання в Україні // Механізм регулювання економіки. 2011. № 4. С. 264-271.
83. Смирнова С.М., Смирнов В.М., Багатюк Д.В. Оцінка можливості використання підземних джерел води в якості питної води на прикладі мікрорайону Терновка міста Миколаєва // Науковий вісник МДУ ім. В.О.Сухомлинського. 2014. Вип. 62 (107). С. 57-63.
84. Денис О. Вода і енергія: сучасні підходи // Вода і водоочисні технології. 2018. № 2 (88). С. 12-17.
85. Fezzi C., Harwood A.R., Lovett A.A., Bateman I.J. The environmental impact of climate change adaptation on land use and water quality // Nature Climate Change. 2015. Vol. 5. P. 255-260.
86. Покровский В. Н. Очистка сточных вод тепловых электростанций. М. : Энергия, 1980. 256 с.
87. Salinization of rivers: A global environmental problem. Materials provided by Universidad de Barcelona // ScienceDaily. 2013. URL : <https://www.sciencedaily.com/releases/2013/01/130111092529.htm>.
88. Kelly V.R., Cunningham M.A., Curri N. et al. The Distribution of Road Salt in Private Drinking Water Wells in a Southeastern New York Suburban Township // Journal of Environment Quality. 2018. Vol. 47. № 3. P. 445-451.
89. Kaushala S.S., Likensb G.E., Paced M.L. et al. Freshwater salinization syndrome on a continental scale // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018. Vol. 115 (4). E574-E583.
90. Аристархова Е.О. Особливості сезонної динаміки вмісту міогенів у поверхневих волах водозабору Відсічне р. Тетерів // ScienceRise: Biological Science. 2018. № 2(11). С. 39-44.

91. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : ДСТУ 4808:2007. Чинний від 05.07.2007. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 39 с.

92. Прокопов В. О. Наукові та практичні питання забезпечення населення України якісною питною водою // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть: зб. матер. XIV з'їзду гігієністів України. Дніпропетровськ, 2004. Том.1. С. 109-111.

93. Михайлюк Ю.Д., Базунова К.В. Охорона водних об'єктів від антропогенного впливу // Проблеми екологічної безпеки : зб. тез доп. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 15.

94. Гвоздяк П.І. Біологічна охорона водних об'єктів від антропогенного впливу // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 23.

95. Прокопов В.О. Проблеми централізованого водовідведення та очистки стічних вод населених пунктів України і шляхи їх вирішення // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (сьомі марзєєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2011. Вип. 11. С. 89-91.

96. Прокопов В.О., Кузьмінець О.М., Соболев В.А. Гігієнічна оцінка централізованого господарсько-питного водопостачання України // Довкілля та здоров'я. 2008. № 4(47). С. 14-18.

97. Malaj E., von der Ohe P.C., Grote M. et al. Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale // PNAS. 2014. № 111(26). P. 9549-9554.

98. Нетробчук І.М. Динаміка змін якості води річки Стир у Волинській області // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. 2011. № 8. С. 17-21.

99. Ласков Д.О., Козаков А.Г., Говта Л.А., Говта Н.В. Оценка водоснабжения индустриального региона и улучшения качества питьевой воды // Вода: гигиена и экология. 2013. № 1 (1). С. 120-140.

100. Шестопапов В.М., Францевич Л.І., Балашов Л.С. та ін. Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської зони відчуження. К. : АНТ ЛТД, 2001. 252 с.

101. Литвиненко М.І. Еколого-гігієнічне обґрунтування оптимізації регіональної системи рекреаційного використання водойм : дис. канд. мед. наук : 14.02.01 / Харківський нац. мед. університет. Харків, 2016. 196 с.
102. Жуковец Е.С., Зверева Е.А., Сельская И.В., Сорока В.А. Экология малых рек. Проблемы и пути их решения // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2016. Вип. 4(120). С. 33-36.
103. Щербань Н.Г., Шевченко Е.А. Токсиколого-гигиеническая характеристика блоксополимера окиси этилена и пропилена марки Л-2402 «Ц» // Экспериментальна і клінічна медицина. 2007. № 4. С. 145-147.
104. Щербань Н.Г., Шевченко Е.А. Гигиеническая оценка блоксополимеров окиси этилена и пропилена как загрязнителей водных объектов // Экспериментальна і клінічна медицина. 2007. № 3 С. 144-146.
105. Малышева А.Г., Луцевич И.Н., Кубланов Е.Е. и др. Трансформация поверхностно-активных веществ при разных способах обеззараживания воды // Гигиена и санитария. 2008. № 2. С. 20-23.
106. Доан С. І., Задорожна В. І., Бондаренко В. І. та ін. Порівняльна характеристика виділення ентеровірусів із води різного виду в Україні // Довкілля та здоров'я. 2007. № 4. С. 38-41.
107. Мариевский В.Ф., Доан С.И. Вода как фактор риска вирусных инфекций // Вода і водоочисні технології. 2007. № 2. С. 50-54.
108. Фролов А.Ф., Задорожна В.І., Доан С.І. Вода як фактор передачі вірусних інфекцій // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2006. № 1. С. 65-69.
109. Дзюблик В.І., Обертинська О.В., Костенко І.Г. та ін. Поширення ротавірусів у водних об'єктах довкілля України // Інфекційні хвороби. 2008. № 4. С. 38-43.
110. Мокієнко А.В., Петренко Н.Ф. Гігієнічна оцінка віруліцидної дії діоксиду хлору по відношенню до пріоритетних ентеровірусів питної води і стічних вод // Досягнення біології та медицини. 2008. № 2. С. 52-57.

111. Мокиенко А.В., Гоженко А.И., Петренко Н.Ф. и др. Вода и воднообусловленные инфекции. Одесса : РА «АРТВ», 2008. Т. 2. 288 с.

112. Blume T. Kombinierte Methoden mit Ultraschall zur Desinfektion von Abwasser // TU Hamburg-Harburg Reports on Sanitary Engineering. 2005. № 50. P. 79-90.

113. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й. Українське Придунав'я: гігієнічні та медико-екологічні основи впливу води як фактора ризику на здоров'я населення. Одеса : Прес-кур'єр. 2017. 352 с.

114. Мокиенко А.В., Никипелова Е.М., Цимбалюк К.К., Солодова Л.Б., Шевченко М.В. Характеристика антропогенного загрязнения пелоидов Шаболатского (Будакского) лимана полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2012. № 4 (30). С. 40-47.

115. Angerer J., Mannschreck C., Gindel J. Biological monitoring and biochemical effect monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons // International Archives of Occupational and Environmental Health. 1997. Vol. 70. № 6. P. 365-377.

116. Yunker M.B., Snowdon L.R., MacDonald R.W. et al. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Composition and Potential Sources for Sediment Samples from the Beaufort and Barents Seas // Environmental Science & Technology. 1996. Vol. 30. № 4. P. 1310-1320.

117. Mannino M.R., Orrechio S. PAHs in indoor dust matter of Palermo area: extraction, GC-MS analysis, distribution and sources // Atmospheric Environment. 2008. Vol. 42. P. 1801-1817.

118. Szczeklik J. Metabolic polymorphisms and biomarkers of exposition to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) // Przegląd lekarski. 2005. Vol. 62. № 12. P. 1542-1545.

119. Gu A., Ji G., Zhu P. et al. Nucleotide excision repair polymorphisms, polycyclic aromatic hydrocarbon exposure, and their effects on sperm deoxyribonucleic acid damage and male factor infertility // Fertil Steril. 2010. Vol. 94. № 7. P. 2620-2625.

120. Han X., Zhou N., Cui Z. et al. Association between Urinary Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Metabolites and Sperm DNA Damage: A Population Study in Chongqing, China // *Environmental Health Perspectives*. 2011. Vol. 119. № 5. P. 652-657.
121. Schulz H.M., Emeis K.C. Sources and pathways of natural and anthropogenic hydrocarbons into the natural dump Arkona Basin (southern Baltic Sea) // *Environmental Geology*. 2000. Vol. 39. № 8. P. 839-848.
122. Какарека С.В. Стойкие органические загрязнители: источники и оценка выбросов. Минск, 2003. 220 с.
123. Засипка Л.Г., Ворохта Ю.М., Бабієнко В.В., Степанова Л.В. Стан здоров'я населення в зонах інтенсивного сільськогосподарського виробництва // *Медичні перспективи*. 2011. Том XVI. № 1. С. 91-96.
124. Руда Т.В., Коршун М.М. Прогнозування небезпечності забруднення ґрунту та підземних вод при застосуванні пестицидів різних класів для захисту олійних культур в ґрунтовокліматичних умовах України // *Сучасні проблеми токсикології харчової та хімічної безпеки*. 2017. № 1-2 (77-78). С. 109-119.
125. Sliva L., Williams D.D. Buffer zone versus whole catchment approaches studying land use impact on river water quality // *Water Research*. 2001. Vol. 35. № 14. P. 3462-3472.
126. Ding G., Bao Y. Revisiting pesticide exposure and children's health: Focus on China // *Science of The Total Environment*. 2014. Vol. 472. P. 289-295.
127. Van den Berg H. Global status of DDT and its alternatives for use in vector control to prevent disease // *Environ. Health Perspect.* 2009. Vol. 117. № 11. P. 1656-1663.
128. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Офіційне видання. Київ : Юніверс Медіа, 2016. 1023 с.
129. Коршун М.М., Семененко В.М. Токсикологічна оцінка інсекто-акарициду МАСАЙ, С.П. та гігієнічне нормування його діючої речовини тебуфенпіраду в повітряному середовищі // *Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К.*, 2011. Вип. 58. С. 47-53.

130. Антоненко А.М., Вавріневич О.П., Омельчук С.Т. Порівняльна гігієнічна оцінка стійкості у ґрунті та ризику забруднення ґрунтових вод інсектицидами різних хімічних класів і прогноз небезпечності для людини при вживанні контамінованої води // Проблеми харчування. 2017. № 2(45). С. 71-79.
131. Schäfer R.B., von der Ohe P.C., Kühne R. et al. Occurrence and Toxicity of 331 Organic Pollutants in Large Rivers of North Germany over a Decade (1994 to 2004) // Environmental Science & Technology. 2011. Vol. 45 (14). P. 6167-6174.
132. Охорона довкілля в Угоді про асоціацію між Україною та ЄС. Брюссель, 2017. 89 с. Режим доступу: https://issuu.com/irf_ua/docs/dovkillia-fin-6_1_.
133. Путивльський В.В., Станкевич В.В., Трахтенгерц Г.А. Проблема забруднення ґрунту нафтопродуктами // Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов : сб. трудов XVIII междунар. науч.-практ. конф. Харьков, 2010. Т. 1. С. 94-97.
134. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Тетеньова І.О. Використання очищених шахтних вод для власних потреб вугільних шахт // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сб. науч. статей XVI междунар. науч.-практ. конф. Харьков, 2008. Т.1. С. 100-102.
135. Станкевич В.В., Коваль Н.М. Гігієнічні проблеми захисту ґрунтів // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики. 2011. С. 150-153.
136. Путивльський В.В., Станкевич В.В. Нефтепродукты как один из факторов негативного воздействия на почву // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: сб. науч. статей XVI междунар. науч.-практ. конф. Харьков, 2008. Т.1. С. 31-33.
137. Гризнюк В.І. Самоочищення річок Карпатського регіону в умовах впливу нафтогазової промисловості // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С.86.
138. Святенко А.І., Рубайко А.В. Характеристика антропогенного впливу на річку Хорол скиду зливових стічних вод з території міста Миргород // Проблеми

екологічної безпеки : зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 64.

139. Каретникова Е.А. Оценка экологического риска фенольного загрязнения водных экосистем : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16, Хабаровск, 2002. 135 с.

140. Кусковский В.С., Туров Ю.П., Рассказов Н.М. Некоторые особенности качества питьевых подземных вод Верхней Оби // Сибирский экологический журнал. 2003. № 2. С. 155-158.

141. Долматова Л.А., Радченко Г.И., Самодуров В.И., Черепкова Н.М. Содержавние летучих фенолов в поверхностных и подземных водах рекреационной зоны курорта Белокуриха // Ползуновский вестник. 2006. № 2. С. 285-288.

142. Марієвський В. Ф., Бондаренко В. І. Новий підхід в технології знезараження питної води // ЕТЕВК-2001 : зб. тез доп. міжнар. конгресу, Україна. Харків, 2001. С. 86-88.

143. Фатєєв А.Т., Семенов Д.О., Мірошніченко М.М. та ін. Співвідношення Сгк/Сфк у ґрунтах України як показник рухомості мікроелементів // Вісник аграрної науки. 2013. № 3. С. 16-19.

144. Исследования природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота / под ред. М. В. Кабанова : Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН. Новосибирск : СО РАН, 2012. 244 с.

145. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидро-химический словарь. Ленинград : Гидрометеиздат, 1988. 240 с.

146. Станкевич В.В. Гігієнічне обґрунтування умов водокористування в зв'язку з евтрофуванням водойм : автореф. дис. ...доктора мед. наук: 14.00.07 «гігієна». Київ, 1996. 42 с.

147. Васильчук Т.А., Осипенко В.П. Компонентный состав растворенных органических веществ природных поверхностных вод с высокой цветностью // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. 2010. Т. 3(20). С. 136-141.

148. Васильчук Т.А., Осипенко В.П., Евтух Т.В. Особенности миграции и распределения основных групп органических веществ в воде Киевского водохранилища в зависимости от кислородного режима // Гидробиологічний журнал. 2010. Т. 46. № 6. С. 105-115.

149. Линник П.М., Иванечко Я.С., Линник Р.П., Жежеря В.А. Сезонна динаміка й компонентний склад розчинених органічних речовин у воді річки Серет та Тернопільського водосховища // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. 2011. Вип. 260. С. 125-145.

150. Паламарчук М. М., Дереповко І. Л. Екологічні проблеми водовикористання в міських агломераціях // Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-техногенних систем: міжн. наук.-практ. конф. К., 1996. С. 14-16.

151. Шевченко М.А. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. К.: Наукова думка, 1966. 204 с.

152. Осадча Н.М. Закономірності міграції гумусових речовин у поверхневих водах України: автореф дис. ... д-ра геогр. наук. К., 2011. 32 с.

153. Мошиашвили Л.Д. Влияние антропогенной деятельности на кислотность речных вод // охраны природы и радиоэкологической безопасности : сб. тез. 10-ой конф. мол. ученых, М., 1992. С. 67-74.

154. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Кошечева И.Я. и др. Комплексообразование благородных металлов с фульвокислотами природных вод и геохимическая роль этих процессов. Аналитическая химия рідких елементов. М. : Наука, 1988. С.112-146.

155. Лозовик П.А., Морозов А.К., Зобков М.Б., Духовичева Т.А., Осипова Л.А. Аллохтонное и автохтонное органическое вещество в поверхностных водах Карелии // Водные ресурсы. 2007. № 2. Т. 34. С. 225-237.

156. Линник П.М., Иванечко Я.С., Линник Р.П., Жежеря В.А. Розчинені органічні речовини у воді Шацьких озер // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. 2012. Вип. 261. С. 139-162.

157. Salomons W., Förstner U. Metals in the hydrocycle. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 1984. 352 p.
158. Tipping E. Cation binding by humic substances. Cambridge : Cambridge University Press, 2004. 434 p.
159. Линник П.Н., Васильчук Т.А., Линник Р.П., Игнатенко И.И. Сосуществующие формы тяжелых металлов в поверхностных водах Украины и роль органических веществ в их миграции // Методы и объекты химического анализа. 2007. Т. 2. № 2. С. 130-146.
160. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М. : Наука, 2006. 261 с.
161. Прокопов В.О., Тетенева И.А., Тарабарова С.Б., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С. и др. Комплексный мониторинг р. Днепр: итоги исследования качества воды и прогноз его изменения // Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. К., 2001. Вып. 38. С. 203-207.
162. Сакевич О.Й., Усенко О.М. Алелопатія в гідроекосистемах. К.: Логос, 2008. 342 с.
163. Aquatic ecosystems: interactivity of dissolved organic matter / Edited by Findlay S.E.G., Sinsabaugh R.L. San Diego: Academic Press, 2003. 512 p.
164. Fogg G.E. Excretion of organic matter by phytoplankton // Limnol. and Oceanogr. 1977. Vol. 22. P. 576-577.
165. Хоружий Д.П., Ромашенко Д.М. Дослідження процесу безреагентної очистки води з Каховського водосховища // Зб. доп. міжнар. конгресу ЕТЕВК-2001. Харків, 2001. С. 28-31.
166. Селезнева А.В., Селезнев В.А. От локального мониторинга к регулированию сброса загрязняющих веществ в водные объекты // Водное хозяйство России. 2008. № 2. С. 4-21.
167. Лушкин И.А., Стрелков Д. А., Немнонова М.А. Проблемы забора и очистки воды для водоснабжения из источников с обильной водной

растительностью // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 1. С.50-54.

168. Стрелков К.Е., Лукшин И.А., Фелинков В.М. Причины и последствия цветения водоисточников, используемых для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения // Вестник НГИЭИ. 2014. № 12 (43). С. 79-83.

169. Дмитрієва О.О., Телюра Н.О., Хоренжая І.В. Аналіз стану світової проблеми токсикогенних «цвітінь» ціанобактерій та необхідність залучення України до виконання вимог міжнародних гідрологічних програм щодо попередження наслідків СуаноНАВs // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (тринадцяті марзєєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2017. Вип. 17. С. 37-38.

170. Ковальчук Л.И., Мокиенко А.В., Нестерова Д. А. Гигиеническая оценка цианобактерий озер Украинского Придунавья // Досягнення біології та медицини. 2014. № 2 (24). С. 10-13.

171. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы. М. : ИНФРА-М, 2007. 192 с.

172. Балакина М.Н., Кучерук Д.Д., Билык Ю.С. и др. Очистка сточных вод от биогенных элементов // Химия и технология воды. 2013. № 5. Т. 35. С. 386-397.

173. Hobbie S.E., Finlay J.C., Janke B.D. et al. Contrasting nitrogen and phosphorus budgets in urban watersheds and implications for managing urban water pollution // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 2017. № 114 (16). P. 4177-4182.

174. Godwin C.M., Cotner J.B. What intrinsic and extrinsic factors explain the stoichiometric diversity of aquatic heterotrophic bacteria? // The ISME Journal. 2017. № 12(2). P. 598-609.

175. Линник П.М. Органічні речовини поверхневих вод. К. : Центр екол. освіти та інформації, 2008. Т. 3. С. 45-46.

176. Himberg K., Keijola A.-M., Hiisvirta L. et al. The effect of water treatment processes on the removal of hepatotoxins from *Microcystis* and *Oscillatoria* cyanobacteria: A laboratory study // Water Reserch, 1989. № 8. Vol. 23. P. 979-984.

177. Jacquemin S.J., Johnson L.T., Dirksen Th.A., McGlinch G. Changes in Water Quality of Grand Lake St. Marys Watershed Following Implementation of a Distressed Watershed Rules Package // *Journal of Environmental Quality*. 2018. Vol. 47. Iss. 1. P. 113-120.

178. Григорьева Л.В., Касьяненко А.М., Корчак Г.И. и др. Санитарная микробиология эвтрофных водоемов. К. : Здоров'я, 1985. 224 с.

179. Лобода Н.С., Даус М.С., Дичеренко Ю.Л. Оцінка якості води річки Десна за комплексом гідрохімічних показників // *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. Вип.16. С. 124-133.

180. Масікевич А.Ю., Масікевич Ю.Г., Мисливський В.Ф., Бурденюк І.П., Жуковський О.М. Яремчук В.М. Еколого-гігієнічна характеристика басейну річки Сірет // *Проблеми екологічної безпеки : зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 48.*

181. Литвиненко М. І., Щербань М.Г., Литвиненко М.І. та ін. Порівняльний аналіз стану рекреаційних водойм Харківської області за результатами санітарних та екологічних досліджень // *Одеський медичний журнал*. 2015. № 6. С. 56-62.

182. Литвиненко М.І., Щербань М.Г., Махота Л.С. та ін. Обґрунтування комплексних заходів щодо забезпечення оптимальних умов для оздоровлення та масового відпочинку населення на рекреаційних водоймах // *Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (одинадцяті марзеєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. К., 2015. С. 79-81.*

183. Литвиненко М.І., Щербань М.Г., Литвиненко Г.Л. Обґрунтування розроблення еколого-гігієнічної концепції з охорони здоров'я населення на водних рекреаційних зонах // *Вода: гігієна и екологія*. 2016. № 3-4(4). С. 37-43.

184. Щербань М.Г., Капустник В.А., М'ясоєдов В.В., Васенко О.Г., Шевченко О.О. Еколого-гігієнічні проблеми джерела питного водопостачання регіонів України і РФ ріки Сіверський Донець // *Вода: гігієна и екологія*. 2013. № 1(1). С. 118-128.

185. Воронин А.С. Определение выноса агрохимикатов с сельхозугодий и природоохранные рекомендации для водных объектов бассейна р. Северский Донец

// Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : зб. тез доп. IV міжнарод. наук.-практ. конф. Харків, 2008. Т. 1. С. 264-270.

186. Радовенчик Я.В., Руденко І.П. Проблеми річок Чернігівської області // Проблеми екологічної безпеки : зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С.99.

187. Черемис І.А., Дігтяренко Л.В. Оцінка стану р. Золотоноша за санітарно-мікробіологічними показниками // Проблеми екологічної безпеки : зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 105.

188. Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б., Яцюк М.В. Аналіз оцінки якості води в Україні та основні завдання її адаптації до європейського законодавства // Наукові праці УкрНДГМІ. 2013. Вип. 265. С. 46-53.

189. Василенко В.А. Генеза, зміст і шляхи реалізації концепції міжнародної екологічної безпеки // Вісник Національної академії наук України. 2017. № 7. С. 88-96.

190. Сташук В.А., Яцик А.В. До питання водної політики в Україні // Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод : зб. тез доп. міжнародної наук.-практ. конф. К., 2007. С. 162-166.

191. Пічура В.І., Шахман І.О., Бистрякова А.М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро // Біоресурси і природокористування. 2018. Том 10. № 1-2. С. 25-46.

192. Осадчий В.І., Осадча Н.М., Мостова Н.М. Вплив урбанізованих територій на хімічний склад поверхневих вод басейну Дніпра // Наукові праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. С. 242-261.

193. Корабльова А.І., Шматков Г.Г., Наривська Ю.А. Забруднення дніпровської води органічними речовинами на верхній ділянці Запорізького водосховища і його екологічні наслідки // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 41.

194. Корабльова А.І., Шматков Г.Г., Благініна О.О. Забруднення дніпровської води важкими металами на верхній ділянці Запорізького водосховища

і його екологічні наслідки // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 42.

195. Черниченко І.О. Канцерогенні фактори навколишнього середовища та їх роль у формуванні онкологічної патології у населення // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики. К., 2011. С. 50-59.

196. Ni-Bin Chang, H.W.Chen, S.K.Ning. Identification of river water quality using the Fuzzy Synthetic Evaluation approach // Journal of Environmental Management. 2001. № 63. P. 293-305.

197. Нетробчук І. М., Боярин М.В. Динаміка змін якості води річки Стир у місті Луцьку // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. 2012. № 9. С. 166-171.

198. Гелашвили Д.Б., Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Карандашова А.А. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2002. № 2. Т.4. С. 270-275.

199. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности : методические рекомендации. М. : ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2011. 37 с.

200. Войтенко Л.В., Копілевич В.А., Строкаль М.П. Концепція інтегральної оцінки якості води для різних видів водоспоживання з використанням функції бажаності Харрінгтона // Біоресурси та природокористування. 2015. Т. 7. № 1-2. С. 25-36.

201. Онищенко Г.Г., Рахманин Ю.А., Кармазинов Ф.В. Бенчмаркинг качества питьевой воды. СПб. : Новый журнал, 2013. 464 с.

202. Abbasi T., Abbasi S.A. Water quality indias. Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 2012. 384 p.

203. Василенко С.Л., Кобилянський В.Я. Інтегральне оцінювання якості питної води в сильно розгалуженій водопровідній мережі // Комунальне господарство міст. К., 2015. Вип. 121. С. 21-25.

204. Shweta Tyagi, Bhavtosh Sharma, Prashant Singh, Rajendra Dobhal. Water quality indices // *American Journal of Water Resources*. 2013, Vol. 1. № 3. P. 34-38.

205. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. К. : МИЦ «МЕДИНФОРМ», 2018. 579 с.

206. Азаров І.С., Сидоренко В.Л., Демкін А.М., Серeda Ю.П. Аналіз методів математичного моделювання екологічної безпеки // *Проблеми екологічної безпеки : зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 11.*

207. Kunwar P., Singha Amrita Malika Dinesh Mohana Sanita Sinhsb. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study // *Water Research*. 2004. Vol. 38. P. 3980-3992.

208. Shrestha S., Kazama F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan // *Environmental Modelling & Software*. 2007. Vol. 22. P. 464-475.

209. Національна доповідь про стан природного навколишнього середовища в Україні 2010 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. 254 с.

210. Національна доповідь про стан природного навколишнього середовища в Україні у 2012 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Міністерство екології та природних ресурсів України. К., 2013. 415 с.

211. Горбанев С.А., Новикова Ю.А., Мясников И.О. Гигиеническое обоснование формирования программ лабораторного контроля качества питьевой воды в рамках социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля // *Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью : зб. тез. науч.-практ. конф. Пермь, 2013. С. 23-26.*

212. Гордиенко Т.А., Бобун И.И., Бузинов Р.В. Эпидемический процесс вирусного гепатита А на территории Архангельской области // Экология человека. 2007. № 11. С. 56-59.
213. Гудинова, Ж.В. Региональное исследование как способ получения законченных решений в социально-гигиеническом мониторинге // Социально-гигиенический мониторинг и вопросы профпатологии в Сибирском федеральном округе : зб. тез науч.-практ. конф. Новосибирск, 2010. Т. 1. С. 96-103.
214. Драб Р.Р., Гущук І.В. Моніторинг за анофелогенним станом водних об'єктів у Рівненській області // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (дванадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Вип. 16. Київ, 2016. С.151-153.
215. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / Державний комітет України по водному господарству. К., 2004. 128 с.
216. Сташук В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. Дніпропетровськ : Зоря, 2006. 480 с.
217. Боровицька А.Г. Принцип басейнового управління як основа ведення державного водного кадастру // Право та інновації. 2016. № 3(15). 2016. С. 87-93.
218. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. 2000. L. 327.72. 21 p.
219. Носачов І. Ю. Особливості адміністративного управління водними ресурсами України // Економічні інновації. 2014. Вип. 58. С. 239-245.
220. Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В. Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2014. № 3 (37). С. 171-183.
221. Сташук В.А., Мокін В.Б., Гребінь В.В., Чунар'єв О.В. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія. Херсон : Грін' Д.С., 2014. 320 с.

222. Галушкіна Т.П. Методологія оцінки ризику і екологічні проблеми Українського Придунав'я // Ризики та загрози джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні : зб. тез доп. семінару. Одеса, 2015. С. 27-29.

223. Колісник А.В. Сучасний стан якості вод басейну річки Дністер на транскордонних ділянках // Український гідрометеорологічний журнал. 2015. № 16. С. 202-208.

224. Hund S.V., Johnson M.S., Keddie T. Developing a Hydrologic Monitoring Network in Data-Scarce Regions Using Open-Source Arduino Dataloggers // Science Daily. 2016. №1. Режим доступу : <https://www.sciencedaily.com/releases/2016/07/160727140308.htm>.

225. Бінковська О.В. Соціально-економічні аспекти наслідків забруднення прибережної смуги Українського Придунав'я // Ризики та загрози джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні : зб. тез доп. семінару. Одеса, 2015. С. 18-20.

226. Світа В. Вода як фактор передачі збудників інфекційних захворювань // СЕС. Профілактична медицина. 2007. № 1. С. 72-74.

227. Стрикаленко Т.В. Качество питьевой воды как составляющая проблемы безопасности жизнедеятельности // Безопасность XXI века : сб. тез. докл. СПб., 2001. № 4. С. 121-124.

228. Norman R.E., Carpenter D.O., Scott J., Brune M.N., Sly P.D. Environmental exposures: an underrecognized contribution to noncommunicable diseases // Reviews on Environmental Health. 2013. № 28 (1), P. 59-65.

229. Хижняк М.І., Бідненко Л.І., Якимець В.М. Військова гігієна (загальні питання). К. : УВМА, 2011. 528 с.

230. Grazuleviciene R., Kapustinskiene V., Vencloviene J., Buinauskiene J., Nieuwenhuijsen M. Risk of congenital anomalies in relation to the uptake of trihalomethane from drinking water during pregnancy // Occupational and Environmental Medicine. 2013. Vol. 70. P. 274-282.

231. Кратенко И.С., Чегодайкина Н.С., Павленко Р.Г. Санитарно-паразитологический контроль водоснабжения в Харьковской области // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2008. № 4 (14). С. 78-81.
232. Hung Jung Lin, Tzu I. Sung, Chi Yi Chen, How Ran Guo. Arsenic levels in drinking water and mortality of liver cancer in Taiwan // Journal of Hazardous Materials. 2013. № 13. Vol. 262. P. 1132-1138.
233. Chih Ching Chang, Shu Chen Ho, Li Yu Wang, Chun Yuh Yang. Bladder cancer in Taiwan: Relationship to trihalomethane concentrations present in drinking-water supplies // Journal of Toxicology and Environmental Health. 2007. Vol. 70. P. 1752-1757.
234. Осипова Г.М., Горячев А.В., Хайданова Е.В. Оценка взаимосвязи качества питьевой воды и заболеваемости населения // XI Всероссийский съезд гигиенистов и санитарных врачей : сб. статей., М., 2012. Т. II С. 190-192.
235. Shih Wei Huang, Bing Mu Hsu, Yen Jui Su, et al. Occurrence of diarrheagenic Escherichia coli genes in raw water of water treatment plants // Environmental Science and Pollution Research. 2012. Vol. 19. P. 2776-2783.
236. Кульський Л.А. Основы химии и технологии воды. К. : Наук. думка, 1991. 389 с.
237. Домарецький В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2005. 408 с.
238. Гончарук В.В., Клименко Н.А., Савчина Л.А., Врубель Т.Л. Создание современных технологий підготовки питьевой воды с целью уменьшения генетического риска // Химия и технология воды. 2000. № 4. С. 487-503.
239. Кліментьєв І.М. Гігієнічне обгрутування впровадження локальних водоочисних пристроїв колективного використання для оптимізації забезпечення населення питною водою : автореф. дис. ... канд. медич. наук : 14.02.01 / ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва АМНУ". К., 2010. 24 с.
240. Мокиенко А.В., Гоженко А.И., Петренко Н.Ф. и др. Вода и водно-обусловленные инфекции. Одесса: Лерадрук, 2008. Т. 1. 412 с.

241. Nygard K. Water and infection epidemiological studies of epidemic and endemic waterborne disease. Oslo: AiT e-dit AS, 2008. 104 p.
242. Braeye T., De Schrijver K., Wollants E., Van Ranst M. A large community outbreak of gastroenteritis associated with consumption of drinking water contaminated by river water, Belgium, 2010 // *Epidemiology and Infection*. 2015. Vol. 143 (4). P. 711-719.
243. Coleman B.L., Salvadori M.I., McGeer A.J., Sibley K.A. The role of drinking water in the transmission of antimicrobial-resistant *E.coli* // *Epidemiology and Infection*. 2012. Vol. 140 (4). P. 633-642.
244. DeSilva M.B., Schafer S., Kendall Scott M., Robinson B. Communitywide cryptosporidiosis outbreak associated with a surface water- supplied municipal water system – Baker City, Oregon, 2013 // *Epidemiology & Infection*. 2016. Vol. 144. Iss. 2. P. 274-284.
245. Корчак Г.І., Сурмашева О.І., Некрасова Л.С. та ін. Якість води централізованого водопостачання в Україні за санітарно-мікробіологічними показниками та пов'язана з цим інфекційна захворюваність // *Довкілля та здоров'я*. 2012. № 4. С. 39-43.
246. Козішкурт О. В. Епідеміологічна характеристика та роль водного фактору в поширенні гепатиту А в м. Одесі: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.02 «гігієна». Київ, 2006. 21 с.
247. Holinger E.P., Ross K.A., Robertson C.E. Molecular analysis of point-of-use municipal drinking water microbiology // *Water Research*. 2014. Vol. 49. P. 225-235.
248. Болгова Е.С., Сапрыкина М.Н., Гончарук В.В. Оптимальные условия рекультивации *Candida Albicans*, пребывающей в некультурабельном состоянии // *Химия и технология воды*. 2017. № 5 (39). С. 544-552.
249. Fakruddin Md., Shahnewaj Bin Mannan, Andrews S. Viable but Nonculturable Bacteria: Food Safety and Public Health Perspective // *ISRN Microbiology*. 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/703813>.

250. Colwell R.R., Brayton P., Herrington D. et al. Viable but non-culturable *Vibrio cholerae* O1 revert to a cultivable state in the human intestine // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 1996. Vol. 12, № 1. P. 28-31.
251. Гончарук В.В., Пшинко Г.Н., Руденко А.В. и др. Генетически безопасная питьевая вода. Требования и методы контроля ее качества // Химия и технология воды. 2018. № 1 (40). С. 32-41.
252. Гончарук В.В., Руденко А.В., Коваль Э.З. и др. Проблема инфицирования воды возбудителями микозов и перспективы ее решения // Химия и технология воды. 2004. Т. 26. № 2. С. 120-144.
253. Коваль Е.З., Руденко А.В., Гончарук В.В. Пеницилин в окружающей среде. К. : Нукова думка, 2014. Ч. 1. 437 с.
254. Савлук О.С., Сапрыкина М.Н., Лупеко В.С. и др. Мониторинг микромицетов в водопроводной воде г. Киева // Химия и технология воды. 2013. Т. 35. № 5. С. 416-425.
255. Петренко Н.Ф. Диоксид хлора: применение в технологиях водоподготовки. Одесса : Optimum, 2005. 486 с.
256. Мокиенко А.В. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Т. 2. Диоксид хлора. Одесса : ТЭС, 2012. 604 с.
257. Шевчук Ю.Ф., Явкіна В.Г. Якість питної води в системі джерело-споживач : навчальний посібник. Чернівці : ЧНУ, 2013. 152 с.
258. Бастраков С.И., Николаев А.П. Оценка риска качества питьевой воды для здоровья населения // XI Всероссийский съезд гигиенистов и санитарных врачей : сб. статей. М., 2012. Т. II. С. 36-37.
259. Гончарук В.В., Клименко Н.А., Скубченко В.Ф., Медведовский В.В. Состояние источника централизованного водоснабжения и его влияние на качество питьевой воды // Химия и технология воды. 2005. Т. 27. № 6. С. 559-582.
260. Levallois P., Gingras S., Marcoux S. et al. Maternal exposure to drinking-water chlorination by-products and small for gestational age neonates // Epidemiology. 2012. Vol. 23. P. 267-276.

261. Дичка Л.В. Вплив мінеральної води різних типів при використанні як питної на стан здоров'я населення : автореф. дис. ... канд. медич. наук : 14.02.01 / ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва АМНУ». К., 2008. 22 с.

262. Spira L., Grimbleby F.H. Fluorine in drinking water // *Epidemiology and Infection*. 2009. Vol. 43. Is. 2. P. 142-145.

263. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // *Гигиена и санитария*. 2014. № 5. С. 5-9.

264. Липовецька О.Б. Вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом питної води на формування неінфекційної захворюваності населення та розробка профілактичних заходів : дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 «Гігієни та професійна патологія» / ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ». Київ. 2016. 177 с.

265. Кисилевська А.Ю. Сучасні вимоги до нормування фтору в мінеральних та питних водах // *Вода в харчовій промисловості : зб. тез доп. наук.-практ. конф.* Одеса, 2011. С. 21-22.

266. Пирогова В.Г., Кравченко В.І. Динаміка захворювань щитоподібної залози, викликаних йододефіцитом, у населення Закарпатської області // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Медицина»*. 2011. № 3 (42). С. 132-139.

267. Концепція розвитку системи громадського здоров'я в Україні від 30.11.2016 р. № 1002-р.-2016 / Кабінет Міністрів України. URL : <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/caldnpd?docid-249618799>.

268. Терновська О.І., Бугас М.В., Заблоцький С.М. До питання водозабезпеченості та водопостачання деяких регіонів України та показників якості води // *Вода, екологія, общество : сб. тез. науч.-практ. конф.* М., 2010. С. 52-54.

269. *Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations. Third Edition.* Geneva : WHO, 2011. Vol. 1. 501 p.

270. Tarrass F, Benjelloun M. The effects of water shortages on health and human development // *Perspect Public Health*. 2012. № 132(5). P. 240-244.

271. Prüss-Ustün A., Bartram J., Clasen T. et al. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries // *Tropical Medicine & International Health*. 2014. № 19(8). P. 894-905.

272. Michelle Kooy, Carolin Tina Walter, Indrawan Prabaharyaka. Inclusive development of urban water services in Jakarta: The role of groundwater // *Habitat International*. 2018. Vol. 73. P. 109-118.

273. Ситенко М.А. Забезпечення населення України якісною питною водою – один з головних пріоритетів державної політики і національної безпеки держави // *Водопостачання та водовідведення*. 2008. Спецвип. 8. С. 15-18.

274. Семчук Г.М., Кравченко В.А., Кравченко О.В. Колективні та локальні системи доочищення питної води // *ЕТЕВК 2011: зб. доп. міжнар. конгресу*. К., 2011. С. 32-40.

275. Шаповал А.Н., Свиначенко Т.Е. Методы достижения нормативов СанПиН 2.2.4-171-10 «Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком» при централизованной водоподготовке // *ЕТЕВК 2011: зб. доп. міжнар. Конгресу*. К., 2011. С. 83-87.

276. Прокопов В.О. Стан та якість питної води централізованих систем водопостачання України в сучасних умовах (погляд на проблему з позицій гігієни) // *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.* К., 2014. Вип. 64. С. 56-66.

277. Гущук І.В. Моніторинг та гігієнічна оцінка якості питної води з централізованих водопроводів Рівненської області // *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.* К., 2012. Вип. 59. С. 91-95.

278. Марковский Ю.Е. Экологическое состояние природных вод Донбасса // *Наука в информационном пространстве : материалы IV междунар. науч.-практ. интернет-конференции*. 2008. Режим доступа : http://www.confcontact.com/2008oktInet_tezi/gg_markovsky.php.

279. Прокопов В.О., Липовецька О.Б. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури) // *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.* К., 2012. Вип. 59. С. 63-74.

280. Сафранов Т.А., Грабко Н.В., Поліщук А.А. Трохименко Г.Г. Збалансованість мінерального складу питних вод як чинник впливу на здоров'я населення міських агломерацій Північно-Західного Причорномор'я // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2016. Вип. 20. С. 5-17.

281. Samuel O.A., PraiseGod E.C., Theophilus T.I., Omolola K.C. Human health risk assessment data of trace elements concentration in tap water – Abeokuta South, Nigeria // Data Brief. 2018. Vol.18. P. 1416-1426. doi: 10.1016/j.dib.2018.04.041

282. Гігієнічна оцінка водоочисних пристроїв, призначених для використання в практиці питного водопостачання : СанПіН 2.2.4.003-98. К. : МОЗ України, 1998. 42 с.

283. Липовецька О.Б., Прокопов В.О. Використання результатів експерименту на тваринах для вибору нозологічних форм для вивчення в епідеміологічних дослідженнях // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (тринадцяті марзеєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. Вип. 17. Київ, 2017. С. 55-57.

284. Ворохта Ю.М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 «гігієна». Київ, 2007. 23 с.

285. Єрем Т.В., Єрем Х.В. Роль питного водопостачання у забезпеченні фізіологічних потреб організму у мінеральних речовинах (на прикладі Закарпатської області) // Україна. Здоров'я нації. 2015. № 1. С. 110-113.

286. Липовецька О.Б. Вплив мінерального складу питної води на хвороби органів травлення дорослого населення (на прикладі м. Херсона) // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2015. № 65. С. 73-78.

287. Подрушняк А.Є., Самчук А.І., Строй А.М. и др. Селен в растительном сырье и рационах питания населения Украины // Токсикологические вопросы безопасности еды, пищевых продуктов и среды жизнедеятельности человека. 2011. № 5 (55). С. 185-186.

288. Якубова И.Ш., Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Базилевская Е.М. Гигиеническая оценка обеспечения населения Санкт-Петербурга безопасной,

безвредной и физиологически полноценной питьевой водой // Гигиена и санитария. 2015. № 4. С. 21-25.

289. Яркина Т.В. Гигиеническая оценка хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Алтай : дисс. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / ГОУВПО «Горно-Алтайский государственный университет». М., 2010. 183 с.

290. Rosborg I., Kozisek F., Ferrante M. Health Effects of Demineralization Drinking Water // Drinking Water Minerals and Mineral Balance : Importance, Health Significance, Safety Precautions. Springer, 2015, P. 119-123.

291. Archana, Sharma S.K., Sobti R.Ch. Nitrate Removal from Ground Water: A Review // E-Journal of Chemistry. 2012. № 9 (4). P. 1667-1675.

292. Burow K.R., Nolan B.T., Rupert M.G., Dubrovsky N.M. Nitrate in Groundwater of the United States // Environmental Science and Technol. 2010. № 44 (13). P. 4988-4997.

293. Ward M.H., Jones R.R., Brender J.D. et al. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018. № 15(7). P. 1557.

294. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C.B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study: Nitrate in drinking water and CRC // International Journal of Cancer. 2018. Vol. 143 (1). P. 73-79.

295. Chin Ching Chang, Chih Chen, Deng Chuang Wu, Chun Yuh Yang. Nitrates in drinking water and the risk of death from rectal cancer: Does hardness in drinking water matter? // Journal of Toxicology and Environmental Health. 2010. Vol. 73. P. 1337-1347.

296. Bondarenko Y.G., Samotuga V.V., Papach V.V., Bilyk L.I. Medical-hygienic evolution of the impact of the nitrates of water of decentralized water delivery sources on the health status of the children of the early age // Environment and Health. 2011. № 4. P. 23-25.

297. Коваль В.В., Наталочка В.О., Ткаченко С.К., Міненко О.В. Динаміка забруднення вод сільськогосподарського призначення нітратами в умовах

Полтавської області // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 2. С. 32-36.

298. Гвоздяк П.І., Сапура О.В. Денітрифікація питної води з використанням про біотичних бактерій // Мікробіологія і біотехнологія. 2017. № 2 (38). С. 81-89.

299. Янко Н.В., Колобкова О.С., Савіді О.А., Кусій А.Б. Проблеми забезпечення населення Волинської області питною водою // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2008. № 4 (14). С. 63-65.

300. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. К.: Вища школа, 1986. 352 с.

301. Болдін А. А. Хімічне забруднення природних вод // Світ хімії. 2004. № 9. С. 12-16.

302. Іщейкіна Ю. О. Гігієнічна оцінка хімічного складу питної води в різних регіонах України // Вісник проблем біології і медицини. 2010. Вип. 1. С. 82-85.

303. Сетко А.Г. Актуальные методологические проблемы развития системы социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: сб. тез. науч.-практ. конф. Пермь, 2010. С. 450-452.

304. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.

305. Кучеренко В.П., Жуков В.І., Щербань М.Г., Безродна А.І., Стеценко С.О. Оцінка впливу простих олігоефірів на органолептичні показники води і загальний санітарний режим водойм з метою гігієнічного нормування // Вісник проблем біології і медицини. 2015. Вип. 4, Том 2 (125). С. 99-103.

306. Рублевська Н.І., Кулагін О.О., Коваль В.В. Гігієнічна оцінка питного водопостачання промислового міста // Український медичний альманах. 2013. Том 16. № 1. С. 96-97.

307. Cheryl Hogue. Confronting fluoroethers // C&EN Global Enterp. 2018. № 96 (7). P. 28-34.

308. Зайцев В.В., Рублевська Н.І., Курбатова Н.О. Гігієнічна оцінка вмісту хлорорганічних сполук у питній воді групового водопроводу з поверхневого водозабору // Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П.Л. Шупика. 2015. Вип. 24 (3). С. 441-446.
309. Голодовська О.Я., Ковальчук О.З. Спостереження за станом поверхневих вод основних річкових басейнів Львівської області. Львів : Національний університет “Львівська політехніка”, 2009. Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/2580/1/50.pdf>.
310. Basic Information about Disinfection Byproducts in Drinking Water: Total Trihalomethanes, Haloacetic Acids, Bromate, and Chlorite: Environmental Protection Agency (EPA). 2016. Режим доступу: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/disinfectionbyproducts.cfm>.
311. Villanueva C.M., Cantor K.P., Grimalt J.O. et al. Bladder cancer and exposure to water disinfection by-products through ingestion, bathing, showering, and swimming in pools // *Am J Epidemiol.* 2007. Vol. 165. P. 148-156.
312. Villanueva C.M., Cantor K.P., Cordier S., et al.: Disinfection byproducts and bladder cancer: a pooled analysis // *Epidemiology.* 2004. № 15. P. 357-367.
313. Rahman M.B., Driscoll T., Cowie C., Armstrong B.K. Disinfection by-products in drinking water and colorectal cancer: a meta-analysis // *Int J Epidemiol.* 2010. Vol. 39 (3). P. 733-745.
314. Yen Hsiung Liao, Chih Cheng Chen, Chih Ching, et al. Trihalomethanes in drinking water and the risk of death from kidney cancer: Does hardness in drinking water matter? // *Journal of Toxicology and Environmental Health.* 2012. Vol 75. P. 340-350.
315. Nieuwenhuijsen M.J., Toledano M.B., Eaton N.E. et al. Chlorination disinfection byproducts in water and their association with adverse reproductive outcomes: a review // *Occup Environ Med.* 2000. Vol. 57. P. 73-85.
316. Grellier J., Bennett J., Patelarou E. et al. Exposure to disinfection by-products, fetal growth, and prematurity: a systematic review and meta-analysis // *Epidemiology.* 2010. № 21. P. 300-313.

317. Hwang B. F., Jaakkola J. J. K., Guo H. R. Water disinfection by-products and the risk of specific birth defects: A population-based cross-sectional study in Taiwan // *Environmental Health: A Global Access Science Source*. 2008. № 7. URL : <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-7-23>.
318. Castaño-Vinyals G., Cantor K.P., Villanueva C. M. et al. Socioeconomic status and exposure to disinfection by-products in drinking water in Spain // *Environmental Health*. 2011. № 10. P. 18. doi: 10.1186/1476-069X-10-18.
319. Гоженко А.І., Петренко Н.Ф., Мокієнко В.А. та ін. Біологічні основи екологічної безпеки використання хімічних засобів знезаражування питної води (Огляд літератури та власних досліджень) // *Журнал Академії медичних наук*. 2008. Т. 14. № 1. С. 134-149.
320. Прокопов В.О., Чичковська Г.В. Гігієнічна оцінка результатів моніторингу хлорованої питної води України щодо вмісту ХФ // *Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2005. Вип. 46. С. 61-65.*
321. Коммунальная гигиена / под ред. Е.И. Гончарука ; Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца. К. : Здоров'я, 2006. 792 с.
322. Мокиєнко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.І. Обеззараживание воды. Гигиенические и медико-экологические аспекты. Хлор и его соединения. Одесса : ТЭС, 2011. Т. 1. 484 с.
323. Григоренко Л.Є. Оцінка імунотоксичних ефектів за комбінованої пероральної дії пріоритетних забруднень водного середовища (експериментальні дослідження) : автореф. дис....канд. біол. наук: 14.02.01. К., 2005. 21 с.
324. Иксанова Т.И., Малышева А.Г., Растянников Е.Г. и др. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды // *Гигиена и санитария*. 2006. № 2. С. 8-11.
325. Jacobs T.L., Warmerdam J. M., Medina M.A. et al. Second moment method for evaluation human health risks from groundwater contaminated by trichloroethylene // *Environmental Health Perspect*. 1996. Vol. 104. №8. P. 866-870.

326. Vedrına-Dragojević J., Dragojević D. Trichloroethene and tetrachloroethene in ground waters of Zagreb, Croatia // *Science of the Total Environment*. 1997. Vol. 203. № 9. P. 253-259.
327. ARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Supplement 7. Overall evaluations of carcinogenicity : an updating of IARC monographs. Lyon: International Agency for Research on Cancer. 1987. Vol.1-42. 355 p.
328. Hongyan Zhai, Xiangru Zhang, Xiaohu Zhu, Jiaqi Liu, Min Ji. Formation of Brominated Disinfection Byproducts during Chloramination of Drinking Water: New Polar Species and Overall Kinetics // *Environmental Science & Technology*. 2014. Vol. 48 (5). P. 2579-2588.
329. Ge F., Tang F., Xu Y. et al. Formation characteristics of haloacetic acids from phenols in drinking water chlorination // *Water Science & Technology: Water Supply*. 2014. Vol. 14. № 1. P. 142-149.
330. Zang Y.L., Han B.P., Yan B., et al. Genotoxicity of disinfection by-products (DBPs) upon chlorination of nine different freshwater algal species at variable reaction time // *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*. 2014. Vol. 63. № 1. P. 12-20.
331. Serrano M., Montesinos I., Cardador M.J. et al. Seasonal evaluation of the presence of 46 disinfection byproduct throughout a drinking water treatment plant // *Science of The Total Environment*. 2015. Vol. 517. P. 224-258.
332. Єрастова Н.В. Гігієнічне обґрунтування методу інтегральної оцінки питної води за показниками хімічної нешкідливості : автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.02.01 / ДУ «Північно-Західний державний медичний університет імені І. І. Мечникова». Санкт-Петербург, 2014. 18 с.
333. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Методологические аспекты оценки риска для здоровья населения при кратковременных и хронических воздействиях химических веществ, загрязняющих окружающую среду // *Гигиена и санитария*. 2002. № 6. С. 5-7.

334. Valdivia-Garci M., Weir P., Frogbrook Z. et al. Climatic, Geographic and Operational Determinants of Trihalomethanes (THMs) in Drinking Water Systems // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. URL : <https://www.nature.com/articles/srep35027>.

335. Peer Reviewed. Committee Report: Disinfection Survey, Part 1 – Recent changes, current practices, and water quality // *American Water Works Association*. 2008. URL : <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2008.tb09748.x>.

336. Вагнер Е. В. Влияние технологических параметров и качества природной воды на образование галогенуксусных кислот в составе продуктов дезинфекции воды хлором (на примере питьевой воды г. Уфы) : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 03.02.08. Москва, 2012. 17 с.

337. Poschetto L.F., Ike A., Papp T. et al. Comparison of the Sensitivities of Noroviruses and Feline Calicivirus to Chemical Disinfection under Field-Like Conditions // *Appl Environ Microbiol*. 2007. Vol. 73 (17). P. 5494-5500. doi: 10.1128/AEM.00482-07

338. Гончарук В.В. Особенности происхождения воды на планете Земля. Новые подходы к оценке качества воды // *Химия и технология воды*. 2018. № 1 (4). С. 3-21.

339. O'Connell H.A., Rose L.J., Shams A. et al. Variability of *Burkholderia pseudomallei* Strain Sensitivities to Chlorine Disinfection // *Applied and Environmental Microbiology*. 2009. Vol. 75 (16). P. 5405-5409.

340. Committee Report: Disinfection at large and medium size systems / *American Water Works Association ; Water Quality Division ; Disinfection System Committee* // *Am. Water Works Assoc*. 2000. Vol. 92 (5). P. 32-43.

341. Ying-Xue Sun, Wu Qian-Yuan, Hu Hong-Ying, Tian Jie. Effect of ammonia on the formation of THMs and HAAs in secondary effluent chlorination // *Chemosphere*. 2009. P. 631-637.

342. Shuyu Jia, Peng Shi, Qing Hu, Bing Li, Tong Zhang, Xu-Xiang Zhang. Bacterial community shift drives antibiotic resistance promotion during drinking water chlorination // *Environmental Science & Technology*. 2015. № 49 (20). P. 12271-12279.

343. Abbas S., Hashmi I., Rehman M.S. et al. Monitoring of chlorination disinfection by-products and their associated health risks in drinking water of Pakistan // *Journal of Water and Health*. 2015. Vol. 13. №1. P 270-284.
344. Burch J.B., Everson T.M., Serth K. et al. Trihalomethane exposure and biomonitoring for the liver injury indicator, alanine aminotransferase, in the United States population (NHANES 1999-2006) // *Science of the Total Environment*. 2015. Vol. 521-522. P. 226-234. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.050.
345. Ставицький Е.А., Рудько Г.І., Яковлев Є.О. та ін. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для. Чернівці : Букрек, 2011. Т. 2. 500 с.
346. Gil F., Hernandez A.F., Marquez C., Femia P. et al. Biomonitorization of cadmium, chromium, manganese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed population // *Science of the Total Environment*. 2011. Vol. 409. P. 1172-1180.
347. Mickleley N., De Carvalho Fortes L.M., Porto da Silveira C.I., Lima M.B. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism // *J. of Trace Elements in Med. and Biol*. 2001. Vol. 15 (1). P. 46-55.
348. Лук'янчук С.В. Гігієнічна оцінка імунотоксичних ефектів за комбінованої дії пріоритетних забруднень водного середовища : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМНУ». Київ, 2010. 20 с.
349. Тимощук Т.А., Шепель М.А. Оцінка впливу хімічних елементів на якість питної води та здоров'я людини // *Студентський вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2017. Вип. 1(7). С. 47-50.
350. Van der Hoek J.P., Bertelkamp C., Verlieffes A.R.D. Drinking water treatment technologies in Europe: state of the art – challenges – research need // *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*. 2014. Vol. 63. № 2. P. 124-130.

351. Механтьев И.И., Масайлова Л.А., Шукелайть А.Б. Вопросы оптимизации системы социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: матер. науч.-практ. конф. Пермь, 2013. С. 79-82.

352. Петренко Н.Ф. Наукове обґрунтування комбінованих методів знезараження питної води : автореф. дис.... доктора біол. наук : 14.02.01 / ДУ «ІГМЕ ім. О.М.Марзєєва НАМНУ». Київ, 2012. 36 с.

353. Zyara A., Heinonen-Tanski H., Veijalainen A.-M., Torvinen E. UV-LEDs Efficiently Inactivate DNA and RNA Coliphages // *Water*. 2017. № 9 (12). P. 46. doi: 10.3390/w9010046

354. Гончарук В.В., Терлецкая А.В., Зуй О.В. и др. Принципиально новая технология подготовки водопроводной воды санитарно-гигиенического назначения // *Химия и технология воды*. 2018. № 1 (40). С. 22-31.

355. Oulé M.K., Quinn K., Dickman A. et al. Akwaton, Polyhexamethylene-Guanidine Hydrochloride-Based Sporicidal Disinfectant: A Novel Tool to Fight Bacterial Spores and Nosocomial Infections // *Journal of Medical Microbiology*. 2012. Vol. 61 (Pt 10). P. 1421-1427. doi: 10.1099/jmm.0.047514-0.

356. Lysytsya A., Matvienko N., Kozii M., Aishpur A. Influence of polymeric derivatives of guanidine on hydrobionts // *BIOLOGIJA*. 2017. Vol. 63. № 3. P. 270-282.

357. Lysytsya A.V. Research on the impact of polyhexamethyleneguanidine on the plant component of biocenoses // *Biosystems Diversity*. 2017. Vol. 25(2). doi: <https://doi.org/10.15421/011713>.

358. Пат. RU (11) 2145307 (13) С1 Способ обеззараживания воды лечебных и плавательных бассейнов / Ефимов К.М., Гембицкий П.А., Воинцева И.И., Зотова В.И. Заявлено 1999.06.18 ; № заявки 99112325/12 ; опуб. 2000.02.10.

359. Фалендыш Н.Ф. Как «готовиться» питьевая вода. Альтернативные технологии водоподготовки // *Барьер безопасности*. 2003. № 4. С. 14-16.

360. Прокопов В.О., Томашевська А.А., Миронець Н.В та ін. Токсиколого-гігієнічна оцінка флокулянтів ПГМГ-хлорид та ПГМГ-фосфат // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 115-120.
361. Остапенко В.В. Удосконалення технології бутильованих питних вод : автореф. дис....канд. техн. наук. К., 2008. 20 с.
362. Ефимов К.М., Гембицкий П.А., Дюмаева И.В., Данилина Н.И. Дезинфицирующие флокулянты для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2001. № 6. С.13-18.
363. Asiedu-Gyekye I.J., Mahmood A.S., Awortwe Ch., Nyarko A.K. Toxicological assessment of polyhexamethylene biguanide for water treatment // *Interdisciplinary toxicology*. 2015. № 8(4). P. 193-202. doi: 10.1515/intox-2015-0029.
364. Гренкова Т.А., Шереметьева С.В., Круц К.Г. Перспективные комплексные дезинфицирующие средства на основе солей полигуанидина // *Поликлиника*. 2005. № 4. С. 28-30.
365. Ефимов К.М., Гембицкий П.А., Снежко А.Г. Полигуанидины – класс малотоксичных дезсредств пролонгированного действия // *Дезинфекционное дело*. 2000. № 4. С. 12-16.
366. Gilbert P., McBain A.J. An evaluation of the potential impact of the increased use of biocides within consumer products upon the prevalence of antibiotic resistance // *Clinical Microbiology Reviews*. 2003. № 16. P. 189-208.
367. Zhou Z.X., Wei D.F., Guan Y. et al. Damage of *Escherichia coli* membrane by bactericidal agent polyhexamethylene guanidine hydrochloride: micrographic evidences // *J Appl Microbiol*. 2012. Vol. 112(3). P. 622.
368. Gilbert P., Moore L. Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet // *J Appl Microbiol*. 2005. № 99. P. 703-715.
369. Oule M.K., Azinwi R., Bernier A.-M. et al. Polyhexamethylene guanidine hydrochloridebased disinfectant: a novel tool to fight meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* and nosocomial infections // *Journal of Medical Microbiology*. 2008. Vol. 57. P. 1523-1528.

370. Zhou Z., Zheng A., Zhong J. Interactions of biocidal guanidine hydrochloride polymer analogs with model membranes: a comparative biophysical study // *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 2011. Vol. 43 (9). P. 729-737.

371. Лисиця А.В., Мандигра О.П., Бойко О.О. та ін. Диференційна чутливість мікроорганізмів полігексаметиленгуанідину // *Мікробіологічний журнал*. 2015. Т. 77. № 5. С. 11-19.

372. Марієвський В.Ф., Воронін Є. П., Чекман І. С., Гребельник А. І. Полігексаметиленгуанідину гідрохлорид: перспективний біоцидний засіб // *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2014. № 1(37). С. 17-21.

373. Kratzer C., Tobudic S., Assadian O., et al. Validation of Akacid plus as a room disinfectant in the hospital setting // *Appl and Environ Microbiol*. 2006. Vol. 72 (6). P. 3826-3831.

374. Лисиця А.В., Мандигра Ю.М., Бойко О.П. та ін. Мандигра М.С. Використання полігексаметиленгуанідину для дезінфекції // *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2008. Вип. 42. Ч. 2. С. 69-73.

375. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. К. : НТЦ «Укрводбезпека», 2010. 92 с. Режим доступа: http://www.alten-techno.com/at_IT/aquaton_metod.pdf.

376. Zhou Z., Wei D., Lu Y. Polyhexamethylene guanidine hydrochloride shows bactericidal advantages over chlorhexidine digluconate against ESKAPE bacteria // *Biotechnol Appl Biochem*. 2015. Vol. 62(2). P. 268-274.

377. Воинцева И.И., Гембицкий П.А. Полигуанидины - дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы. М. : ЛКМ-пресс, 2009. 304 с.

378. Лисиця А.В., Мандигра М.С. Перспективи використання у тваринництві флокулянтних властивостей біоцидів на основі полімерних похідних гуанідину // *Біологія тварин*. 2010. Т. 12. № 1. С. 334-340.

379. Фалендыш Н. Альтернативные технологии водоподготовки // *Барьер безопасности*. 2002. № 2. С. 1-5.

380. Гончарук В.В., Вакуленко В.Ф., Швадчина Ю.О. и др. Влияние полигексаметиленгуанидина гидрохлорида на процесс коагуляционной очистки речных вод // Химия и технология воды. 2008. Т. 30. № 5. С. 552-566.

381. Рубльова Є.Д., Образцов В.Б., Данилов В.Б. Вплив рН середовища на інгібування корозії сталі модифікованими полігексаметиленгуанідинами // Фізико-хімічна механіка матеріалів, 2016. № 5. С. 18-23.

382. Воинцева И.И., Ильин С.Н., Конкина Л.А., Макарова Н.М. Инновационные технологии водоподготовки на комплексе водоочистных сооружений МУП «Водоканал» г. Череповца с использованием обеззараживающих средств на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ-ГХ) // Вода: химия и экология. 2016. № 3. С. 28-35.

383. Attar L.E., Gawad A.A., Khairy A.E.M., Sebaie O.E. The sanitary condition of rural drinking water in a Nile Delta village: II. Bacterial contamination of drinking water in a Nile Delta village // Epidemiology & Infection. 2010. Vol. 88 (1). P. 63-67. <https://doi.org/10.1017/S0022172400069904>.

384. Кравченко М.В. Фізико-хімічний аналіз природної питної води різних джерел питного водопостачання // Екологічна безпека та природокористування. 2015. № 3 (19). С. 52-60.

385. Антоненко М.А., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.А. Гігієнічна оцінка ризику забруднення ґрунтових вод гербіцидами різних хімічних класів та прогнозування небезпеки для людини при вживанні контамінованої води //Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (дванадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2016. Вип. 16. С.118-120.

386. Прокопов В.О., Кузьмінець О.М., Соболев В.А. Стан децентралізованого господарсько-питного водопостачання України // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 51. С. 63-67.

387. Allaire M., Wu H., Lall U. National trends in drinking water quality violations // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018. Vol. 115 (9). P. 2078-2083. <https://doi.org/10.1073/pnas.1719805115>.

388. Charrois J.W.A. Private drinking water supplies: challenges for public health // *CMAJ*. 2010. Vol. 182(10). P. 1061-1064.

389. Jones A.Q., Dewey C.E., Doré K. et al. Public perceptions of drinking water: a postal survey of residents with private water supplies // *BMC Public Health*. 2006. P. 94. doi: 10.1186/1471-2458-6-94

390. Smith A., Reacher M., Smerdon W. et al. Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003 // *Epidemiology and Infection*. 2006. Vol. 134 (9). P. 1141.

391. Бордюк Н.С. Агроекологічне обґрунтування заходів поліпшення якості питної води децентралізованого водопостачання : автореф. дис. ... канд. сільськогосп. наук : 03.00.16. Київ, 2011. 24 с.

392. Бордюк Н.С. Аналіз санітарного стану якості питної води децентралізованого водопостачання // *Технологический аудит и резервы производства*. 2013. № 5/4. С. 49-51.

393. Manassaram D.M., Backer L.C., Messing R. et al. Nitrates in drinking water and methemoglobin levels in pregnancy: a longitudinal study // *Environmental Health*. 2010. № 9. P. 60. doi: 10.1186/1476-069X-9-60.

394. Лысенко Л.А., Шен А.Э., Рында Е.Ф. Предотвращение загрязнения грунтовых вод путем электроосмотрической промывки почвенных систем // *Химия и технология воды*. 2018. № 2 (40). С. 204-216.

395. Копилевич В.А., Войтенко Л.В., Балакирева А.Д. качества питьевой воды в Украине // *Вода і водоочинні технології*. 2009. № 10-12 (40-42). С. 7-11.

396. Капранов С.В., Шулик В.М. Почва, отходы и здоровье человека. Луганськ : Янтар, 2010. 488 с.

397. Талалай И.А. Адаптация показателя качества воды WQI для оценки уровня загрязненности грунтовых вод вблизи мусорной свалки // *Химия и технология воды*. 2014. Т. 36. № 3. С. 266-280.

398. Coleman Z. Tainted water focus of U.S. legislation // *C&EN Global Enterp.* 2017. Vol. 95 (30). P. 14-14.

399. Lockwood D. Polymer captures drinking water contaminant // C&EN. 2017. Vol. 95 (26). P. 5.
400. Johnson J.. Protection for drinking water // C&EN. 2014. Vol. 92 (6). P. 6.
401. Мосейчук А.А., Бойко І.А. Оцінка якості питної води в джерелах децентралізованого водопостачання Полтавської області // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 4. С. 12-17.
402. Степаненков Г. В. Вплив якості питної води на стан здоров'я населення Полтавської області в 2001-2012 роках // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 1-2. С. 160-164.
403. Лотоцька-Дудик У.Б., Крупка Н.О., Галай О.А., Станько О.М. Гігієнічна оцінка якості води джерел м. Львова // Довкілля та здоров'я. 2013. № 2 (65). С. 60-62.
404. Григоренко Л.В., Шевченко О.А. Вплив сольового і хімічного складу питної води на хвороби (XI, XIV, XIV) класів серед дорослого населення у сільських таксонах Дніпропетровської області // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (тринадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ, 2017. С. 35-36.
405. Кондратюк Є., Дідула Р., Блавацький Ю., Тригуба Л. Вивчення якості господарсько-питних вод міста Львова. Суть та актуальність проблеми. 2012. URL : file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/MedGid_2012_10_4_12.pdf.
406. Григоренко Л.В. Гігієнічна оцінка якості водопровідної питної води в сільських районах, за даними соціологічного опитування населення // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 63. С. 68-77.
407. Clasen T.F., Thao do H., Boisson S., Shipin O. Microbiological effectiveness and Cost of Boiling to Disinfect Drinking Water in Rural // Environmental Science & Technology. 2008. Vol. 42 (12). P. 4255-4260.
408. Яковлев В.В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання : автореф. дис....доктора геолог. наук : 21.06.01 / Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ. Київ, 2017. 35 с.

409. Семчук Г.М. Народу України – якісну питну воду // Водопостачання та водовідведення. 2008. Спецвипуск. С. 2-5.

410. Семчук Г. М. Забезпечення населення України питною водою високої якості: проблеми та перспективи // ЕТЕВК 2011: зб. доп. міжнар. конгресу. К., 2007. С. 1-5.

411. Федорович Н.Н., Федорович А.Н., Нагерняк М.Г., Сухачева А.И. Мониторинг качества питьевой воды // Фундаментальные исследования. 2013. №10-15. С. 3423-3427.

412. Kaushal S.S., Likens G.E., Pace M.L. et al. Freshwater salinization syndrome on a continental scale // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018. Vol. 115 (4). E574-E583. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711234115>.

413. Pant N.D., Poudyal N., Bhattacharya S.K. Bacteriological quality of bottled drinking water versus municipal tap water in Dharan municipality, Nepal // Journal of Health, Population and Nutrition. 2016. Vol. 35 (1). P.17. doi: 10.1186/s41043-016-0054-0.

414. Planning for an Emergency Drinking Water Supply. Office of Water, EPA 600/R-11/054. Washington, D.C.: U.S. EPA, 2011. URL: <https://www.awwa.org/Portals/0/files/resources/water%20knowledge/rc%20emergency%20prep/Emergencywater.PDF>.

415. Diduch M., Polkowska Ż., Namieśnik J. Factors affecting the quality of bottled water // Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology. 2013. Vol. 23. P. 111-119.

416. Гончарук В.В., Архіпчук В.В., Тарлецька Г.В. та ін. Комплексна оцінка якості фасованих вод // Вісник НАН України. 2005. № 3. С. 47-57.

417. Гончарук В.В., Коваленко В.Ф. Комплексная оценка качества фасованных негазированных питьевых вод // Химия и технология воды. 2011. Т. 33. № 6. С. 656-665.

418. Гончарук В.В., Верголяс М.Р., Болтина И.В. Исследование мутагенности и генотоксичности питьевой воды // Химия и технология воды. 2013. Т. 35. № 5. С. 426-435.

419. Гончарук В.В., Коваленко В.Ф., Злацкий И.А. Сравнительная характеристика качества питьевых вод различного происхождения по результатам комплексного биотестирования // Химия и технология воды. 2012. Т. 34. № 1. С. 98-104.
420. Liguori G., Cavallotti I., Arnese A. et al. Microbiological quality of drinking water from dispensers in Italy // BMC Microbiology. 2010. Vol. 10. P. 19. doi: 10.1186/1471-2180-10-19.
421. Сидоренко О., Якобчук Ю., Победаш М. Ринок фасованої мінеральної води в Україні: проблеми якості та безпечності // Технічні науки та технології. 2016. № 1 (3). С. 197-205.
422. Зюман Б.В., Котій К.В. Якість питної води з різних джерел водопостачання // Екологічна та економічна безпека. 2013. № 1-2 (39-40). С. 110-113.
423. Momtaz H., Dehkordi F.S., Rahimi E., Asgarifar A. Detection of *Escherichia coli*, *Salmonella* species, and *Vibrio cholerae* in tap water and bottled drinking water in Isfahan, Iran // BMC Public Health. 2013. Vol. 13. P. 556. doi: 10.1186/1471-2458-13-556.
424. Fisher M.B., Williams A.R., Jalloh M.F. et al. Microbiological and Chemical Quality of Packaged Sachet Water and Household Stored Drinking Water in Freetown, Sierra Leone // PLoS One. 2015. Vol. 10(7). doi: 10.1371/journal.pone.0131772.
425. Epundu U.U., Adinma E.D., Ezeama N.N. et al. A Review on Packaged Drinking Water, Quality Regulations and Public Health: Exploring Potability and Safety Gap Implications for Public Health in Nigeria // International Journal of Tropical Disease & Health. 2017. Vol. 25(3). P. 1-10.
426. Irwin Anthony Akpoborie, Ayo Ehwarimo. Quality of packaged drinking water produced in Warri Metropolis and potential implications for public health // Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology. 2012. Vol. 4(11). P. 195-202.
427. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. К. : Генеза, 1997. 640 с.

428. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. URL : <http://old.menr.gov.ua/index.php/dopovidi>.

429. Dėl Nuotekų Tvarkymo Reglamento Patvirtinimo : fine iš 17/09/06 Nr. D1-236. Vilnius, 2006. 18 p.

430. Директива Ради 91/271/ЄЕС "Про очистку міських стічних вод" від 21 травня 1991 року / Верховна Рада України. URL : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_911.

431. Державний водний кадастр. Розділ «Водокористування». Щорічник водокористування. 2016 р. Басейн Дніпра / Державне агентство водних ресурсів. URL : <https://monosnap.com/file/2HC2PoYRqSftRnGsjY9drtcUhbKvxW>.

432. Резников О.Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах // Ендокринологія. 2001. Т.8. №1. С. 142-145.

433. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes [Електронний ресурс]. Council of Europe. 1986. Режим доступу : <http://https://rm.coe.int/168007a67b>.

434. Барабой В.А., Сутковой Д.А. Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии. К.: Наукова думка, 1997. 420 с.

435. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Методы определения активности каталази // Лабораторное дело. 1998. Вып. 1. С. 16-18.

436. Peterson G.L. Simplification of protein assay method of Lowry et al. – which is more generally applicable // Analytical Biochemistry. 1977. Vol. 83. № 2. P. 346-356.

437. Руководство по клинической лабораторной диагностике / под. ред. М.А.Базарновой. К.: Вища школа, 1982. 176 с.

438. Кульберг А.Я. Регуляция иммунного ответа. М. : Медицина, 1986. 223 с.

439. Лямперт И.М. Аутоиммунитет // Успехи современной биологии. 1976. Т. 81. Вып. 2. С. 274-290.

440. Носов Е.М, Сура В.В. Современные подходы к иммунологической диагностике аутоиммунных и иммунокомплексных болезней // Терапевтический архив. 1988. № 6. С. 144-160.

441. The Water Supply (Water Quality) Regulations 2016. № 614. Coming into force 27th June 2016. Waser, England and Wales. URL : <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2016/614/contents/made>.

442. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001 / Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2001. URL : https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html.

443. Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations. Third Edition. Geneva : WHO, 2008. Vol. 1. 668 p.

444. Директива 2009/54/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 18.07.2009 р. стосовно використання та розміщення на ринку природних мінеральних вод (кодифікована версія) // Офіційний вісник Європейського Союзу, 2009. L164. P. 45-58.

445. Зуев Е.Т., Фомин Г.С. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. М.: Протектор, 2003. 320 с.

446. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества : СанПиН 2.1.4.1116-02 / МЗ РФ. М., 2002. 40 с.

447. Вимоги щодо використання та подання на ринок природної мінеральної води та води із джерела : HN 28:2003 / МОЗ Литви, 2003. 19 с.

448. Прокопов В.А., Тетенева И.А., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С., Валявская Г.И. Санитарное состояние р. Днепр по результатам ведомственного мониторинга // Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. К., 2000. Вып. 37. С. 87-90.

449. Прокопов В.А., Тетенева И.А., Тарабарова С.Б., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С., Валявская Г.И. Гигиеническая оценка качества воды р. Днепр в

пределах Украины // Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. К., 1999. Вып. 35. С. 77-82.

450. Антомонов М.Ю., Зоріна О.В. Результаты мониторингу якості дніпровської води щодо органічних та біогенних речовин // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 2 (52). С. 42-54.

451. Кульский Л.А. Основы физико-химических методов обработки воды. М.: Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1962. 220 с.

452. Полищук А.А., Яловский Г.В., Мозолевская Т.Н., Гольцов В.И. Содержание фосфатов в р. Днестр и сточных водах г. Одесса // Український гідрометеорологічний журнал. 2012. №11. С. 195-201.

453. Aristi I., von Schiller D., Arroita M. et al. Mixed effects of effluents from a wastewater treatment plant on river ecosystem metabolism: subsidy or stress? // Freshwater Biology. ScienceDaily. 2015. № 60 (7). Режим доступу: <https://www.sciencedaily.com/releases/2015/10/151029134654.htm>.

454. Антомонов М.Ю., Зоріна О.В. Еколого-гігієнічна оцінка якості дніпровської води з використанням методів інтегрального оцінювання та кластерного аналізу // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 11. № 3-4. С. 32-40.

455. Антомонов М.Ю., Зоріна О.В. Інтегральна оцінка якості вод річки Дніпро з визначенням радіаційної активності у місцях питних водозаборів та питних водопровідних станцій // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології : зб. наук. пр. К., 2018. Вип. 23. С. 82-95.

456. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 3 (12). С. 33-39.

457. Санитарные правила охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН 4630-88. М. : Министерство здравоохранения СССР, 1988. 70 с.

458. Зоріна О.В., Протас С.В. Гігієнічна оцінка якості поверхневих питних вод України за санітарно-хімічними показниками та удосконалення науково-методичних підходів до їх оцінки з урахуванням вимог європейського

законодавства // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 4 (13). С. 4-11.

459. Зоріна О.В. Наукове обґрунтування можливості використання Дніпровського водосховища в якості джерела питного водопостачання ПАТ «Запоріжсталь» у сучасних умовах // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 10. № 1-2. С. 64-72.

460. Прокопов В.О., Чирська Н.В., Шевцов В.М., Лисюк В.С. Гігієнічна оцінка новітньої технології підготовки питної води з поверхневих водойм // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 50. С. 44-48.

461. Прокопов В.О., Зоріна О.В., Липовецька О.Б., Куліш Т.В., Соболь В.А. Внесок науковців ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» у вирішення актуальних питань гігієни водопостачання та якості питної води в Україні // Довкілля та здоров'я. 2018. № 86. С. 30-38.

462. Прокопов В.О., Зоріна О.В., Кузьмінець О.М. Основні підсумки досліджень, виконаних в рамках науково-дослідних робіт за Загальнодержавною програмою «Питна вода України» // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 55. С. 71-80.

463. Прокопов В.О., Зоріна О.В., Левицька А.П. Гігієнічна оцінка використання на водопровідній станції в технології водопідготовки полімерного флокулянту «ВАЛЕУС» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 64. С. 97-102.

464. Зоріна О.В. Результати гігієнічної оцінки якості водопровідної питної води України та новий порядок інформування споживачів // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 1 (51). С. 38-47.

465. Прокопов В.О., Зоріна О.В., Соболь В.А. Современное состояние и нормативное обеспечение централизованного водоснабжения Украины // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 86-95.

466. Прокопов В.О., Загайський С.І., Зоріна О.В. Гігієнічні проблеми якості питної води, що видобувається із підземних джерел // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 49. С. 45-50.

467. COUNCIL DIRECTIVE 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources // Official Journal of the European Communities. 31.12.1991. № L 375. Vol. 34. P. 1-8. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:1991:375:FULL&from=EN>.

468. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості вод нецентралізованого питного водопостачання та удосконалення нормативно-правового регулювання у цій сфері // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 2 (72). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10631/9348>.

469. Води мінеральні питні. Технічні умови : ДСТУ 878-93 / Держстандарт України. Київ, 1995. 75 с.

470. Зоріна О.В. Наукові аспекти забезпечення населення привізними питними водами // Екологія та ноосферологія. 2018. № 29 (1). С. 42-46.

471. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання : Державні санітарні норми і правила / МОЗ України. Київ, 1997. 20 с.

472. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості вод фасованих і доочищених з пунктів розливу за санітарно-хімічними показниками // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 2 (11). С. 9-15.

473. Гончарук В. В. Концепция выбора перечня показателей и их нормативных значений для определения гигиенических требований и контроля за качеством питьевой воды в Украине // Химия и технология воды. 2007. № 4. Т. 29. С. 297-356.

474. Прокопов В.О., Зоріна О.В., Протас С.В., Ляшко В.К. Зміни та доповнення до ДСанПіН 2.2.4-171-10 „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” – шлях до вдосконалення нормативного документу // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2011. Вип. 58. С. 71-77.

475. Гончарук В.В., Чернявская А.П., Жукинский В.Н. и др. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. К.: Наукова думка, 2005. 400 с.

476. Прокопов В.О., Зоріна О.В. До питання вдосконалення ДСанПіН на питну воду централізованого господарсько-питного водопостачання // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2009. Вип. 53. С. 67-73.

477. Paparetropoulou M., Tzintzou A., Vantaracis A. Environmental mycobacteria in bottled table waters in Greece // Can. J. Microbiol. 1997. Vol.43. №5. P. 499-502.

478. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від споживання хлорованої питної води : методичні вказівки / МОЗ України, 2005. 9 с.

479. Корчак Г.І., Горваль А.К. Якість бутильованої питної води за мікробіологічними показниками // Вода і водоочисні технології. 2002. №2-3. С. 56-60.

480. Стрикаленко Т.В. Расфасованные питьевые воды в Украине: к анализу ситуации // Вода і водоочисні технології. 2002. №2-3. С. 50-55.

481. Борисов Н.П. Стандартизация и сертификация в области питьевого водоснабжения // ЕТЕВК-2001 : збір. тез доп. наук.-практ. конф., 2001. С. 67-69.

482. Зоріна О.В. Основні особливості нового проекту державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 56. С. 95-99.

483. Зоріна О.В. Імплементация в Україні Директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 63. С. 85-93.

484. COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/1787 of 6 October 2015 amending Annexes II and III to Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption (OJL 260) // Official Journal of the European Union, 7.10.2015. P. 6-17. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32015L1787>.

485. Зоріна О.В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 2. (87). С. 29-35.

486. Влаштування та утримання колодязів і каптажів джерел, що використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання :

ДСанПіН / МОЗ України, 1996. Режим доступу:
http://www.gov.lica.com.ua/b_text.php?type=3&id=554255&base=1.

487. Быстрых В.В. Гигиеническая оценка влияния питьевой воды на здоровье населения // Гигиена и санитария. 1998. №6. С. 20-22.

488. Техническое руководство по эпидемиологическому надзору за болезнями, связанными с водой / за ред. Funari E., Kistemann T., Herbst S., Rechenburg. Всемирная организация здравоохранения : Европейское региональное бюро. Копенгаген, 2011. 136 с.

489. Zorina O.V., Buzynnyi M.G., Gorval A.K. Scientific substantiation of the conceptual approaches to the development of new programmes for drinking water quality monitoring // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2019. Вип. 3 (57) С. 26-35.

490. Зоріна О.В. Наукове обґрунтування розробленого порядку інформування споживачів питної води // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 3 (88). С. 22-26.

491. Прокопов В.О., Зоріна О.В. Розробка проекту ДСанПіН „Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю” – шлях до поліпшення якості фасованої питної води // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 50. С. 49-54.

492. Зоріна О.В. Наукові аспекти удосконалення законодавства у сфері питних вод фасованих і доочищених з пунктів розливу // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 3 (73). Режим доступу:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10806/9450>.

ДОДАТОК А

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Список опублікованих наукових праць за темою дисертації:

– у наукових періодичних фахових виданнях:

1. Прокопов В. О., Загайський С. І., Зоріна О. В. Гігієнічні проблеми якості питної води, що видобувається із підземних джерел // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 49. С. 45-50.
2. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Розробка проекту ДСанПіН „Вода питна фасована. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю” – шлях до поліпшення якості фасованої питної води // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2007. Вип. 50. С. 49-54.
3. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Соболев В. А. Современное состояние и нормативное обеспечение централизованного водоснабжения Украины // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2008. Вип. 52. С. 86-95.
4. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання вдосконалення ДСанПіН на питну воду централізованого господарсько-питного водопостачання // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2009. Вип. 53. С. 67-73.
5. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М. Основні підсумки досліджень, виконаних в рамках науково-дослідних робіт за Загальнодержавною програмою «Питна вода України» // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 55. С. 71-80.

6. Зоріна О. В. Основні особливості нового проекту державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2010. Вип. 56. С. 95-99.

7. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Протас С. В., Ляшко В. К. Зміни та доповнення до ДСанПіН 2.2.4-171-10 „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” – шлях до вдосконалення нормативного документу // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2011. Вип. 58. С. 71-77.

8. Зоріна О. В. Імплементация в Україні Директиви 98/83/ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 63. С. 85-93.

9. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Левицька А. П. Гігієнічна оцінка використання на водопровідній станції в технології водопідготовки полімерного флокулянту «ВАЛЕУС» // Гігієна населених місць : зб. наук. пр. К., 2014. Вип. 64. С. 97-102.

– у наукових періодичних фахових виданнях,

які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

10. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Інтегральна оцінка якості вод річки Дніпро з визначенням радіаційної активності у місцях питних водозаборів та питних водопровідних станцій // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології : зб. наук. пр. К., 2018. Вип. 23. С. 82-95.

11. Зоріна О. В. Результати гігієнічної оцінки якості водопровідної питної води України та новий порядок інформування споживачів // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 1 (51). С. 38-47.

12. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Результати моніторингу якості дніпровської води щодо органічних та біогенних речовин // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2018. Вип. 2 (52). С. 42-54.

13. Zorina O. V., Buzynnyi M. G., Gorval A. K. Scientific substantiation of the conceptual approaches to the development of new programmes for drinking water quality monitoring // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2019. Вип. 3 (57) С. 26-35.

14. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод фасованих і доочищених з

пунктів розливу за санітарно-хімічними показниками // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 2 (11). С. 9-15.

15. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості водопровідних питних вод за санітарно-хімічними показниками у маловодних регіонах // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. № 3 (12). С. 33-39.

16. Зоріна О. В., Протас С. В. Гігієнічна оцінка якості поверхневих питних вод України за санітарно-хімічними показниками та удосконалення науково-методичних підходів до їх оцінки з урахуванням вимог європейського законодавства // Наукове сходження: Біологічні науки. ScienceRise: Biological Science. 2018. Вип. 4 (13). С. 4-11.

17. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування можливості використання Дніпровського водосховища в якості джерела питного водопостачання ПАТ «Запоріжсталь» у сучасних умовах // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 10. № 1-2. С. 64-72.

18. Антомонов М. Ю., Зоріна О. В. Еколого-гігієнічна оцінка якості дніпровської води з використанням методів інтегрального оцінювання та кластерного аналізу // Біоресурси та природокористування. 2018. Том. 11. № 3-4. С. 32-40.

19. Зоріна О. В. Наукові аспекти забезпечення населення привізними питними водами // Екологія та ноосферологія. 2018. № 29(1). С. 42-46.

20. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Липовецька О. Б., Куліш Т. В., Соболев В. А. Внесок науковців ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» у вирішення актуальних питань гігієни водопостачання та якості питної води в Україні // Довкілля та здоров'я. 2018. № 86. С. 30-38.

21. Зоріна О. В. Научное обоснование совершенствования порядка эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 2 (87). С. 29-35.

22. Зоріна О. В. Наукове обґрунтування розробленого порядку інформування споживачів питної води // Довкілля та здоров'я. 2018. Вип. 3 (88). С. 22-26.

23. Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка якості вод нецентралізованого питного водопостачання та удосконалення нормативно-правового регулювання у цій сфері // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 2 (72). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10631/9348>.

24. Зоріна О. В. Наукові аспекти удосконалення законодавства у сфері питних вод фасованих і доочищених з пунктів розливу // Наукові доповіді НУБІП України. 2018. Вип. 3 (73). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10806/9450>.

– *в інших виданнях:*

25. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьминец О. Н. Централизованное питьевое водоснабжение населения Украины: гигиенический анализ ситуации // Водопостачання та водовідведення. 2008. Спецвипуск. С. 18-24.

26. Зоріна О. В. Сучасні методи знезаражування води // Монтаж + Технологія. 2008. № 2. С. 34-36.

27. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Санітарна охорона водойм // Екологічна енциклопедія / Всеукраїнська екологічна ліга. К., 2008. Т. 3 (0-Я). С. 220-221.

28. Зоріна О. В. Нові ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та актуальні питання в сфері питного водопостачання шкіл : зведений звіт за проектами «ВЕГО» «МАМА-86». Київ, 2010. С. 59-60. URL : <http://archive.mama-86.org/images/stories/publications/voda-sanitaria-for-schools-web.pdf>.

29. Зоріна О. В. Нормативно-правове забезпечення в сфері питного водопостачання в Україні // СЕС і профілактична медицина. 2011. № 3. С. 14-17.

30. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Соболев В. А. Аналіз ситуації щодо виробництва фасованої питної води в Україні // Екологічний вісник. 2011. № 4. С. 18-19.

31. Зоріна О. В. Якість води // AQUA парк. 2014. № 20. С. 38-41.

32. Зоріна О. В. Что стоит за новым стандартом качества воды: мнения экспертов // Вода и водоочистные технологии. 2015. № 1-2. С. 19.

33. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання організації питного

водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій // Водопостачання та водовідведення. 2015. № 4. С. 16-17.

34. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Зоріна О. В. та ін. Гігієнічна оцінка побутових фільтрів та колективних систем нового покоління, що пропонуються для доочистки питної води, та обґрунтування їх вибору і використання для різних регіонів України // Актуальні питання захисту довкілля та здоров'я населення України (результати наукових розробок 2015 р.). К., 2016. Вип. 2. С. 97-130.

35. Зоріна О. В. Реагент нового покоління // Управдом. 2017. № 4. С. 26-27.

36. Зоріна О. В. Новый порядок эколого-гигиенического мониторинга качества природных и питьевых вод // Екологічні науки. 2017. Вип. 16-17. С. 5-15.

– у матеріалах семінарів, з'їздів, конференцій, форумів та конгресів:

37. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Загайський С. І. Розробка національних стандартів на водопровідну та фасовану питну воду – шлях до покращення стану питного водопостачання населення // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (треті марзеєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2007. Вип. 7. С. 15-16.

38. Прокопов В. А., Зоріна О. В., Соболев В. А. Современное состояние питьевого водоснабжения и качества питьевой воды Украины // Вода и здоровье : материалы 8-го Международного конгресса «Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2008». Москва, 2008. URL : <https://mirznanii.com/a/284180/sovremennoe-sostoyanie-pitevogo-vodosnabzheniya-i-kachestva-pitevoy-vody-ukrainy>.

39. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М., Соболев В. А. Наукові передумови до розробки державного стандарту на питну воду систем централізованого питного водопостачання // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (четверті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2008. Вип. 8. С. 72-73.

40. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Концептуальні підходи до внесення змін до ДСанПіН 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» // Вода та довкілля : зб. тез доп. наук.-практ. конф. VI Міжнародного водного форуму «AQUA-UKRAINE 2008». Київ,

2008. С. 218-219.

41. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Кузьмінець О. М., Соболь В. А. Гігієнічний аналіз стану господарсько-питного водопостачання України // ЕТЕВК-2009 : зб. тез доп. міжнародного конгресу. Київ, 2009. С. 40-51.

42. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Рекомендації щодо удосконалення ДСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (п'яті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ, 2009. Вип. 9. С. 43-45.

43. Прокопов В. О., Зоріна О. В. До питання розробки санітарних норм на питну воду, призначену для споживання людиною, та їх гармонізація з Європейським законодавством // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. наук.-практ. конф. Одеса, 2010. С. 14-16.

44. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Аналіз чинної нормативної бази з контролю якості та безпеки питної води в Україні та рекомендації по її удосконаленню // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (шості марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. молодих вчених. Київ, 2010. Вип. 10. С. 277-279.

45. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Нормативно-правове забезпечення у сфері нецентралізованого питного водопостачання в Україні // Сучасні проблеми охорони довкілля та використання ресурсів у водному господарстві : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Одеса, 2011. С. 49-52.

46. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Стан виробництва та сучасні вимоги до фасованої питної води в Україні // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (сьомі марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2011. Вип. 11. С. 92-94.

47. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Гуленко С. В., Липовецька О. Б. Гігієнічний аналіз стану використання систем доочищення питної води в Україні // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії : матер. XV з'їзду гігієністів України. Львів, 2012. С. 299-302.

48. Прокопов В. О., Зоріна О. В., Гуленко С. В. Результати моніторингу побічних продуктів хлорування питної води та шляхи їх мінімізації // ЕТЕВК-2013 : зб. тез доп. міжнародного конгресу. Київ, 2013. С. 75-81.

49. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Щодо водопровідної питної води, що надається населенню з відхиленням якості від нормативних вимог // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (десяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2014. Вип. 14. С. 64-66.

50. Прокопов В. О., Зоріна О. В. Гігієнічна оцінка ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», що введено в дію // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки (одинадцяті марзеєвські читання) : зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2015. Вип. 15. С. 47-49.

51. Зоріна О. В. К вопросу имплементации Директивы 98/83/ЕС относительно воды, предназначенной для употребления человеком // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 119.

52. Зоріна О. В., Маврикін Є. О. Еколого-гігієнічна оцінка якості вод водопровідних станцій // Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XVI міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2018. С. 60.

53. Зоріна О., Горваль А., Маврикін Є. Якість водопровідних питних вод та порядок інформування споживачів // Чиста вода і ремедіаційні технології. Наголос на Чорнобильській катастрофі та інших антропогенних забрудненнях : зб. тез. семінару з міжнарод. участю. Київ, 2019. URL : http://icbge.org.ua/re/images/2/2e/Abstract_Book_Water_Workshop_Kyiv_2019.pdf

Нормативні документи загальнодержавного значення:

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 // Офіційний вісник України. 2010. № 51. С. 100-129.

2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (із внесеними змінами): ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ, 2012. 55 с.

3. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення

проектування : ДБН В.2.5-74:2013 / Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. К., 2013. 172 с.

4. Внутрішній водопровід та каналізація. Основні положення проектування : ДБН В.2.5.-64:2012 / Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. К., 2013. 105 с.

5. Показники безпеки та якості фасованої питної води : ДГН / МОЗ України. Київ, 2008. URL : http://old.moz.gov.ua/ua/portal/post_20080904_12.html.

Відомості про апробацію результатів дисертації:

Основні положення дисертації оприлюднені, обговорені та схвалені на: міжнародних конгресах: «Вода: екологія и технология. ЭКВАТЭК-2008» (м. Москва, 3-6 червня 2008 р. – виступ із доповіддю та публікація), «ЕТЕВК» (м. Ялта, 1-5 червня 2013 р. – публікація, 1-5 червня 2009 р. – виступ із доповіддю та публікація), «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства» (м. Київ, 10-13 листопада 2015 р., 6-8 листопада 2018 р. – виступи із доповіддями); круглих столах: «Якість питної води та безпечність для здоров'я населення» у рамках міжнародного форуму «Комплексне забезпечення лабораторій» (м. Київ, 27.09.12 р. – виступ із доповіддю) та «Довкілля і здоров'я» Всеукраїнської Екологічної Ліги (м. Київ, 25.04.13 р. – виступ із доповіддю); XV з'їзді гігієністів України (м. Львів, 20-21 вересня 2012 р. – виступ із доповіддю та публікація); міжнародних водних форумах: «AQUA UKRAINE» (м. Київ, 10-13 листопада 2015 р. – виступ із доповіддю; 7-10 жовтня 2008 р. – виступ із доповіддю та публікація), «Lviv Eco Forum» (м. Львів, 12-13 вересня 2019 р. – виступ із доповіддю); конференціях: «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України» (м. Київ, 17-18 жовтня 2019 р., 8-9 жовтня 2015 р., 9-10 жовтня 2014 р., 15-16 вересня 2011 р., 20-21 травня 2010 р., 21-22 травня 2009 р., 22-23 травня 2008 р., 24-25 травня 2007 р. – публікації), «Вода в харчовій промисловості» (м. Одеса, 24-25 березня 2010 р. – публікація), «Сучасні проблеми охорони довкілля та використання ресурсів у водному господарстві» (м. Одеса, 11-15 квітня 2011 р. –

публікація), «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, 11-13 жовтня 2017 р. – виступ із доповіддю та публікація, 4-6 жовтня 2018 р. – публікація).

Матеріали дисертації були використані на наступних наукових семінарах: «Безпека та якість води питної та стічної. Методи контролю. Атестація виробничо-технічних лабораторій» (м. Київ, 22.05.12 р. – виступ із доповіддю), для лікарів-лаборантів у Національній медичній академії післядипломної освіти ім. П. Л. Шупіка (м. Київ, 08.06.15 р. – виступ із доповіддю); «Транспозиція вимог Директив ЄС про якість води, призначеної для споживання людиною, та про очистку міських стічних вод» (м. Київ, 14.12.16 р. – виступ із доповіддю); «Наукове забезпечення діяльності Держпродспоживслужби щодо здійснення державного нагляду (контролю) у сфері санітарного законодавства» (м. Київ, 14.12.17 р. – виступ із доповіддю); «Ключові аспекти забезпечення населення України якісною питною водою, а також вирішення комплексу проблем водовідведення та очистки стічних вод до нормативних показників» (м. Київ, 03.04.18 р. – виступ із доповіддю); «Водопідготовка. Лабораторний контроль. Вимоги до акредитації лабораторій» (м. Київ, 15.05.18 р. – виступ із доповіддю); «Чиста вода і ремедіаційні технології. Наголос на Чорнобильській катастрофі та інших антропогенних забрудненнях» (м. Київ, 23.04.19 р. – публікація); «Роль екологічних лабораторій в реформі моніторингу водних ресурсів України» (м. Київ, 09.04.19 р. – виступ із доповіддю).

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Вплив флокулянтів різної природи на гідрохімічні показники природної води
(n=3, M±m)

Показник	Кольоровість, град.	Каламутність, мг/л	Перманганатна окиснюваність, мг/л	Залишкова концентрація флокулянту, мг/л
Доза – 0,5 мг/л				
Вода до очистки	40	0,7±0,03	6,3±0,1	–
Вода після очистки реагентами				
Floguat DB 45SSH	39	0,60±0,01	6,0±0,2	0,13±0,03
Floguat FL 45 C	37	0,64±0,03	5,8±0,1	0,09±0,01
LT-27	39	0,56±0,02	6,2±0,1	0,38±0,02
ПГМГ-ГХ	33	0,56±0,02	5,6±0,1	н/в
ПГМГ-ГХ+Ф	32	0,52±0,03	5,5±0,2	н/в
ПГМГ-Ф	33	0,51±0,02	5,7±0,3	н/в
Доза – 1,0 мг/л				
Вода до очистки	28	0,24±0,01	6,4±0,3	–
Вода після очистки реагентами				
Floguat DB 45SSH	26	0,34±0,02	6,0±0,1	0,28±0,02
Floguat FL 45 C	25	0,31±0,01	5,9±0,2	0,22±0,03
LT-27	25	0,21±0,03	6,1±0,1	0,8±0,04
ПГМГ-ГХ	23	0,17±0,01	5,6±0,2	0,32±0,003
ПГМГ-ГХ+Ф	24	0,15±0,02	5,5±0,1	0,022±0,002
ПГМГ-Ф	25	0,17±0,03	5,8±0,3	0,028±0,003
Доза – 2,0 мг/л				
Вода до очистки	40	0,36±0,01	7,3±0,3	–
Вода після очистки реагентами				
Floguat DB 45SSH	38	0,54±0,02	6,8±0,4	0,46±0,01
Floguat FL 45 C	38	0,52±0,04	6,8±0,2	0,36±0,03
LT-27	38	0,14±0,02	7,1±0,3	1,7±0,1
Доза – 2,0 мг/л				
Вода до очистки	17	0,28±0,03	9,4±0,4	–
Вода після очистки реагентами				

ПГМГ-ГХ	6	0,14±0,02	8,4±0,3	0,11±0,01
ПГМГ-ГХ+Ф	6	0,12±0,01	8,4±0,1	0,10±0,02
ПГМГ-Ф	11	0,15±0,02	8,6±0,2	0,11±0,03
Доза – 3,0 мг/л				
Вода до очистки	32	0,39±0,01	9,1±0,3	–
Вода після очистки реагентами				
Floguat DB 45SSH	28	1,3±0,1	7,9±0,2	0,14±0,2
Floguat FL 45 C	28	1,4±0,1	8,2±0,2	0,14±0,2
LT-27	27	0,51±0,02	8,6±0,1	2,8±0,05

Продовження табл. Б.1

Доза – 3,0 мг/л				
Вода до очистки	18	0,16±0,02	9,1	-
Вода після очистки реагентами				
ПГМГ-ГХ+Ф	9	0,08±0,02	7,2±0,2	0,34±0,01
ПГМГ-Ф	14	0,11±0,02	7,7±0,1	0,32±0,02

Таблиця Б.2

Залишкові концентрації солей ПГМГ та алюмінію у обробленій реагентами воді на етапах водопідготовки (n=3, M±m)

Реагент		Залишок реагентів у воді, мг/л											
ПГМГ	Al ₂ SO ₄	ПГМГ-ГХ		алюміній		ПГМГ-ГХ+Ф		алюміній		ПГМГ-Ф		алюміній	
		в	ф	в	ф	в	ф	в	ф	в	ф	в	ф
3	0	0,28 ± 0,02	0,15 ± 0,011	–	–	0,3 ± 0,03	0,21 ± 0,02	–	–	0,29 ± 0,022	0,15 ± 0,011	–	–
0	10	–	–	0,51 ± 0,06	0,4 ± 0,03	–	–	0,44 ± 0,04	0,31 ± 0,03	–	–	0,41 ± 0,03	0,21 ± 0,02
3	10	0,16 ± 0,02	0,09 ± 0,005	0,36 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,2 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,35 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,12 ± 0,012	0,096 ± 0,008	0,39	0,19 ± 0,02
0	20	–	–	0,67 ± 0,05	0,52 ± 0,04	–	–	0,45 ± 0,04	0,29 ± 0,02	–	–	0,47 ± 0,04	0,38 ± 0,03
3	20	0,2 ± 0,01	0,05 ± 0,002	0,24 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,25 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,34 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,32 ± 0,024	0,13 ± 0,012	–	–
0	40	–	–	0,41 ± 0,04	0,34 ± 0,03	–	–	0,78 ± 0,05	0,32 ± 0,03	–	–	0,51 ± 0,04	0,31 ± 0,03
3	40	0,1	0,075	0,25	0,1	0,20	0,08	0,48	0,07	0,088	0,050	0,44	0,25

		± 0,01	± 0,004	± 0,03	± 0,01	± 0,02	± 0,01	± 0,03	± 0,01	± 0,003	± 0,004	± 0,03	± 0,02
0	60	–	–	0,65 ± 0,05	0,4 ± 0,04	–	–	0,97 ± 0,05	0,29 ± 0,02	–	–	0,73 ± 0,04	0,52 ± 0,04
3	60	0,19 ± 0,02	0,052 ± 0,003	–	0,18 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,1 ± 0,03	0,72 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,003	0,03 ± 0,002	0,48 ± 0,02	0,24 ± 0,02

Примітки:

в – відстояна;

ф – фільтрована.

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Пріоритетні показники якості питної води, що включені до ДСанПіН 2.2.4-171-10 та відсутні у Директиві 98/83/ЄС

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Нормативи	
			Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Цинк	мг/л	–	≤ 1,0
2	ПАР аніонні	мг/л	–	≤ 0,5
3	Нафтопродукти	мг/л	–	≤ 0,1
4	Феноли леткі	мг/л	–	≤ 0,001
5	Берилій	мг/л	–	≤ 0,0002
6	Молібден	мг/л	–	≤ 0,07
7	Стронцій	мг/л	–	≤ 7,0
9	Сухий залишок	мг/л	–	≤ 1000
10	Загальна жорсткість	ммоль/л	–	≤ 7,0
11	Хлорфеноли	мг/л	–	≤ 0,0003
12	Поліфосфати(за PO_4^{3-})	мг/л	–	≤ 3,5
13	Для поверхневих вод: хлороформ	мкг/л	–	≤ 60
14	дибромхлорметан			≤ 10
15	тетрахлорвуглець			≤ 2
16	У разі хлорування: залишковий хлор вільний	мг/л	–	≤ 0,5
17	залишковий хлор зв'язаний			
18	У разі обробки відповідним реагентом: поліакриламід залишковий	мг/л	–	≤ 2,0

19	У разі озонування: формальдегід	мг/л	—	$\leq 0,05$
20	озон			$0,1 - 0,3$
21	У разі обробки діоксидом хлору: діоксид хлору	мг/л	—	$\leq 0,1$
22	хлорити			$\leq 0,2$

Продовження табл. В.1

Радіологічні показники				
23	Альфа-випромінювання	Бк/л	—	$\leq 0,1$
24	Бета- випромінювання	Бк/л	—	$\leq 1,0$
Показники епідемічної безпеки				
25	Число бактерій в 1 см ³ води (ЗМЧ) при 37°С	КУО/см ³	—	$\leq 100 (50)$
26	Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 дм ³	—	відсутність
27	Коліфаги****	БУО/дм ³	—	відсутність
28	Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність в 10 дм ³	—	відсутність
29	Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші	клітини, цисти в 50 дм ³	—	відсутність
30	Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки в 50 дм ³	—	відсутність

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1

«Індикаторні» показники якості питної води згідно з Директивою 98/83/ЄС

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Нормативи	
			Директива 98/83/ЄС	ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Натрій	мг/л	≤ 200	
2	Коліформи	в 100 мл	0	
3	Водневий показник	Одиниці рН	6,5 – 9,5	6,5 – 8,5
4	Запах	бали	прийнятний для споживачів та без аномальних змін	≤ 2
5	Смак та присмак	бали	прийнятний для споживачів та без аномальних змін	≤ 2
6	Сульфати	мг/л	≤ 250	≤ 250 (500)*
7	Хлориди	мг/л	≤ 250	≤ 250 (350)*
8	Забарвленість	град	прийнятна для споживачів та без аномальних змін	≤ 20 (35)*
9	Алюміній	мг/л	≤ 0,2	≤ 0,2 (0,5)*
10	Амоній	мг/л	≤ 0,5	≤ 0,5 (2,6)*
11	Залізо загальне	мг/л	≤ 0,2	≤ 0,2 (1,0)*
12	Марганець	мг/л	≤ 0,05	≤ 0,05 (0,5)*
13	Перманганатна окиснюваність	мг/л	≤ 5,0	≤ 5,0
14	Загальний органічний вуглець	мг/л	без аномальних змін	≤ 8,0

15	Каламутність	НОМ	прийнятна для споживачів та без аномальних змін **	$\leq 2,6$ (3,5)* $\leq 1,0$ (3,5)* – для поверхневого джерела
16	Проводимість при 20°C	мкСм/см	≤ 2500	–
17	Clostridium perfringens (спори)	у 100 мл	0 – для поверхневих вод	–

Продовження табл. Д.1

18	Колонії при 22°C	100/мл	без аномальних змін	–
19	Тритій	Бк/л	≤ 100	–
20	Загальна доза іонізуючого опромінення	мЗв/рік	$\leq 0,1$	–

Примітки:

* Норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 1 січня 2020 року в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу, про що повинно бути зазначено у технологічному регламенті або іншому документі з описом технологічного процесу виробництва питної води;

** у разі обробки поверхневої води, слід прагнути знижувати вміст каламутності в питній воді після обробки до $\leq 1,0$ НОК.

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1

Показники, понаднормативний вміст яких може бути дозволений тимчасово за визначеним порядком у Директиві 98/83/ЄС

Показник, одиниця виміру	Норматив
Акриламід, мкг/л	0,1
Сурма, мкг/л	5,0
Миш'як, мкг/л	10
Бензол, мкг/л	1,0
Бензопірен, мкг/л	0,01
Бор, мг/л	1,0
Бромат, мкг/л	10
Кадмій, мкг/л	5,0
Хром, мкг/л	50
Мідь, мг/л	2,0
Ціанід, мкг/л	50
1,2-дихлороетан, мкг/л	3,0
Епіхлоргідрин, мкг/л	0,1
Фтори, мг/л	1,5
Свинець, мкг/л	10
Ртуть, мкг/л	1,0
Нікель, мкг/л	20
Нітрати, мг/л	50
Нітрити, мг/л	0,5
Пестициди, мкг/л	0,1
Пестициди (загалом), мкг/л	0,5
Багатоядерний ароматичний вуглеводень, мкг/л	0,1
Селен, мкг/л	10
Тетрахлоретен та трихлоретен, мкг/л	10

Тригалогенометани (загалом), мкг/л	100
Вініл хлорид, мкг/л	0,5

ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж.1

Мінімальна частота відбору проб та аналізів моніторингу якості питної води згідно з Директивою 98/83/ЄС

Об'єм питної води, що виробляється або розподіляється у межах зони постачання (потужність), м ³ на добу (див. примітки 1 та 2)		Показники групи А, кількість проб на рік (див. примітку 3)	Показники групи Б, кількість проб на рік (див. примітку 3)
	≤ 100	> 0	> 0
> 100	≤ 1 000	4	1
> 1 000	≤ 10 000	4 +3 для кожних 1 000 м ³ /добу та частини з цього загального об'єму	1 +1 для кожних 4 500 м ³ /добу та частини з цього загального об'єму
> 10 000	≤ 100 000		3 +1 для кожних 10 000 м ³ /добу та частини з цього загального об'єму
> 100 000			12 +1 для кожних 25 000 м ³ /добу та частини цього загального

			об'єму
--	--	--	--------

Примітки:

1. Зона постачання - географічно позначена зона, в яку питна вода надходить з одного або декількох джерел питного водопостачання і якість питної води можна розглядати як подібну.

2. Об'єми питної води слід приймати середні протягом календарного року. Замість об'єму питної води на добу можна використовувати кількість споживачів у зоні постачання, з урахуванням того, що одна особа споживає 0,2 м³/добу (або 200 л/добу) питної води.

3. Частота відбору проб розраховується так. Якщо об'єм води на добу – 4300 м³/добу слід відібрати 16 проб питної води на рік (4 – для першої 1 000 м³/добу та додатково ще 12 для 3 300 м³/добу).

Перелік показників.

Показники групи А.

Наступні показники повинні контролюватися відповідно до періодичності, зазначеною в табл. Ж.1:

а) кишкова паличка (*E.coli*), коліформні бактерії, ЗМЧ при t 22°C, кольоровість, каламутність, смак і присмак, запах, водневий показник, електрична провідність;

б) інші показники, визначені як відповідні у програмі моніторингу, у разі, якщо вони можуть нести потенційну загрозу для здоров'я споживачів питної води і, у відповідних випадках, на підставі оцінки ризику.

За окремих обставин наступні показники повинні бути додані до показників групи А:

а) амоній та нітрит – у випадку використання хлорування з амонізацією;

б) алюміній та залізо – у разі використання відповідних реагентів для обробки питної води.

Показники групи Б.

Всі показники, що не віднесено до групи А, та зазначені у цих Санітрних нормах, повинні контролюватися принаймі з періодичністю, наведеною в табл. Ж.1.

ДОДАТОК 3

Таблиця 3.1

Перелік показників скороченого і скороченого періодичного контролю
безпеки та якості водопровідної питної води

ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС до внесення змін 2015 р.	Примітка
Алюміній	Алюміній	у разі використання відповідних реагентів
Амоній	Амоній	–
Кольоровість	Кольоровість	–
–	Електрична провідність	–
–	<i>Clostridium perfringens</i> (включаючи спори)	для поверхневих вод або що знаходяться під їх впливом
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) та інші показники епідемічної безпеки	<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	-
Водневий показник	Водневий показник	–
Загальне залізо	Загальне залізо	у разі використання відповідних реагентів
Нітрит	Нітрит	у разі використання хлораміну
Запах	Запах	–
Смак	Смак	–
Загальні коліформи	Загальні коліформи	–
Каламутність	Каламутність	–
Нафтопродукти	–	*
Перманганатна окиснюваність	–	–
Поверхнево-активні речовини аніонні	–	*
Сухий залишок	–	–
Феноли леткі	–	*
Формальдегід	–	у разі озонування води
Хлорфеноли	–	* у разі присутності фенолів у вихідній воді та проведення знезараження хлорвмісними реагентами
Хлороформ	–	у разі хлорування води з поверхневих джерел питного водопостачання
Поліфосфати	–	у разі використання відповідних

Поліакриламід	–	реагентів
Кремній	–	
Озон	–	
Хлор залишковий вільний	–	
Хлор залишковий зв'язаний	–	у разі хлорування з амонізацією
Діоксид хлору	–	у разі застосування діоксиду хлору
Хлорити	–	

Примітка. * Визначаються у водопровідній воді з підземних джерел питного водопостачання в окремих випадках за вимогою державної санітарно-епідеміологічної служби.

ДОДАТОК К

Таблиця К.1

Фізичні та хімічні «індикаторні» показники якості питної води
у Директиві 98/83/ЄС та новій редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10

Параметр	Одиниця виміру	Нормативи			
		Директива 98/83/ЄС		нова редакція ДСанПіН 2.2.4-171-10	
		питна вода	питна вода, призначена для розливу в споживчу тару (пляшки)	питна вода	питна вода, призначена для розливу в споживчу тару (пляшки)
Фізичні та хімічні показники якості питної води					
		питна вода	питна вода, призначена для розливу в споживчу тару (пляшки)	питна вода	питна вода, призначена для розливу в споживчу тару (пляшки)
Алюміній	мкг/л	200		200	
Амоній	мг/л	0,5		0,5	0,1
Хлориди	мг/л	250		250	
Кольоровість	градуси	Прийнятне для споживачів та без аномальних змін		20	10
Електрична провідність	мкСм/см за температури у 20°C	2500		2500	
Водневий показник	Одиниці рН	≥ 6,5 та ≤ 9,5		≥ 6,5 та ≤ 9,0 після насичення CO ₂ ≥ 4,5	
Загальне залізо	мкг/л	200		200	
Марганець	мкг/л	50		50	
Запах за t 20°C та при нагріванні до 60°C	бали	Досяжна для споживачів та без великих змін		2	0 1

Перманганна окиснюваність	мг/л	5,0	5,0	2,0
Сульфат	мг/л	250	250	
Натрій	мг/л	200	200	
Смак і присмак	бали	Прийнятне для споживачів та без аномальних змін		0
Загальний органічний вуглець (ЗОВ)		Без аномальних змін		Без суттєвих змін

Продовження табл. К.1

Каламутність	НОК	Прийнятне для споживачів та без аномальних змін	2,6	0,5
Сухий залишок	мг/л	–	1000	
Радіаційні показники якості питної води				
Тритій	Бк/л	100	100	
Загальна іонізуючого опромінення	доза мЗв/рік	0,1	0,1	

Примітка. * В питній воді без консервантів, що призначена для розливу у споживчу тару, повинні бути: ПО $\leq 2,0$ мг/л, нітрати ≤ 10 мг/л, амоній $\leq 0,1$ мг/л, каламутність $\leq 0,5$ мг/л, кольоровість ≤ 10 градусів, смак і присмак ≤ 0 балів, запах: за $t 20^{\circ}\text{C} \leq 0$ балів, при нагріванні до $60^{\circ}\text{C} \leq 1$ бала.

Таблиця К.2

**Мікробіологічні та паразитологічні показники якості питної води
у Директиві 98/83/ЄС та новій редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10**

Найменування показників	Нормативи, не більше			
	нова редакція ДСанПіН		Директива 98/83/ЄС	
	для питної води	для питної води, що призначена для розливу в споживчу тару	для питної води	для питної води, що призначена для розливу в споживчу тару
Мікробіологічні показники				
1. Escherichia coli (E. coli)	0 / 100 мл	0 / 250 мл	0 / 100 мл	0 / 250 мл
2. Ентерококи	0 / 100 мл	0 / 250 мл	0 / 100 мл	0 / 250 мл
3. Pseudomonas aeruginosa	не визначається	0 / 250 мл	не визначається	0 / 250 мл
4. Загальне мікробне число (ЗМЧ) за температури у 22°C	–	100 / мл	–	100 / мл
5. ЗМЧ за температури у 37°C	не визначається	20 / мл	не визначається	20 / мл
«Індикаторні» показники				

6. Clostridium perfringens (включаючи спори) ¹	0 / 100 мл	0 / 100 мл	0 / 100 мл	0 / 100 мл
7. ЗМЧ за температури у 22°C	без аномальних змін	–	без аномальних змін	–
8. Загальні коліформи	0 ³ / 100 мл	0/ 250 мл	0 / 100 мл	0/ 250 мл
Мікробіологічні показники, що визначають за необхідності ²				
9. Патогенні ентеробактерії	0 / 1 л	–	–	–

Продовження табл. К.2

10. Коліфаги	0 / 1 л	–	–
11. Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	0 / 10 л	–	–
Паразитологічні показники, що визначають за необхідності ²			
12. Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші, клітини, цисти	0 / 50 л	–	–
13. Кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки	0 / 50 л	–	–

Примітки:

1. Clostridium perfringens (6) слід визначати у питній воді, що походить з поверхневих та підземних джерел питного водопостачання, що зазнають впливу поверхневих вод. У разі виявлення Clostridium perfringens (включаючи спори) слід проводити дослідження води на вміст хвороботворних мікроорганізмів, наприклад, криптоспоридій. Такі випадки потрібно фіксувати для оформлення звітів, що оформлюються кожні три роки та надаються до органу виконавчої влади, що реалізують державну політику у галузі санітарного законодавства.

2. Патогенні ентеробактерії (9) та ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші (11) слід визначати у питній воді, що походить з поверхневих та підземних джерел питного водопостачання, що зазнають впливу поверхневих вод, у разі виявлення в двох послідовно відібраних пробах води E.coli (1), ентерококів (2), Clostridium perfringens (6), загальних коліформ (8) чи коліфагів (10). Патогенні ентеробактерії (9), коліфаги (10) та ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші (11) слід визначати у питній воді, що походить з підземних водоносних горизонтів, що не зазнають впливу поверхневих вод, у разі виявлення в двох послідовно відібраних пробах води E.coli (1), ентерококів (2) чи загальних коліформ (8). Паразитологічні показники (12, 13) визначають у питній воді поверхневих та підземних, що зазнають впливу поверхневих вод, джерел питного водопостачання, та у разі ускладнення санітарно-епідемічної ситуації.

3. Для 98 % проб води, відібраних з водопровідної мережі, що досліджувались упродовж року.

ДОДАТОК Л
Об'єкти впровадження



**ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50

тел. 559-73-73; тел./факс 513-15-28; E-mail: usch@usch.kiev.ua

26.07.16 № 21/2141
05.1-08-17/948/3171 - 16/1005 19.07.16 р.
на № від

Директору Департаменту
громадського здоров'я
МОЗ України
Осташко С.І.

Вельмишановна Світлано Іванівно!

Згідно з Вашим листом нами розглянуто лист Інформаційного агентства «Аналітична служба новин» та повідомляємо наступне.

На сьогодні через нефаховий переклад європейської Директиви ЄС № 178/2002 (ст. 2) від 28.01.02 р. в Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 1602-УІІ внесено положення про те, що «вода питна – харчовий продукт». Натомість це положення не витікає із зазначеної європейської Директиви.

Згідно з європейським законодавством питна вода не вважається харчовим продуктом в системі питного водопостачання та в пункті:

- з якого з'являється із системи питного водопостачання (з крану тощо) – для водопровідної питної води;
- з якого розливається у споживчу тару – для питної води фасованої;
- з якого розливається у тару споживача – для питної води з пунктів розливу, у тому числі бюветів, колодязів та каптажів джерел;
- де використовується на підприємстві – для питної води, що використовується для виробничих потреб.

За цих обставин утруднена обов'язкова імплементація Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною. В Україні у разі відхилення будь-якого показника безпечності та якості питної води від нормативних вимог згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» питна вода (фасована, водопровідна, бюветна, з колодязів чи каптажів джерел) не вважається питною. Згідно з листом МОЗ України від 21.04.11 р. № 05-01-06-327 до КМУ вона повинна обліковуватись як технічна для господарських потреб.

Питні водопроводи в усьому світі можуть працювати з перебоями, виходити зі строю, тимчасово не надавати споживачу воду, що відповідає вимогам законодавства тощо. Концептуальні підходи та відповідні допущення щодо забезпечення населення некондиційною питною водою розробляються в усіх країнах на підставі економічного, екологічного, культурного стану, враховуючи місцеві чинники (Рекомендації по забезпеченню якості питних вод ВООЗ, видання III, том I, п. 2.3.1, 2004 р.). Директивою 98/83/ЄС передбачена можливість виробництва водопровідної

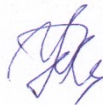
010800

питної води, що не відповідає деяким санітарно-хімічним та мікробіологічним показникам. В цьому випадку Компетентний орган в країні розглядає кожний конкретний випадок та має право збільшити норматив для деяких хімічних та мікробіологічних показників за умови, що це не призведе до загрози здоров'ю населення. При наданні тимчасових дозволів населення повинно бути необхідним чином інформовано та йому надані відповідні інструкції. При цьому органам, що здійснюють розповсюдження відповідної інформації, ВООЗ рекомендує розробити особливі прийоми її подання.

Ще раз звертаємо Вашу увагу на те, що через саме нефаховий переклад Директиви ЄС № 178/2002 (ст. 2) від 28.01.02 р. утруднена імплементація водного європейського законодавства в нашій країні, що вже призвело до загострення кризи у відповідних сферах.

З повагою,

Директор



А.М.Сердюк

Виконавці:
Прокопов В.О.,
Зоріна О.В.
559-25-81

ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

ПЕРЕДМОВА

Державні санітарні норми та правила „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4 - 171 - 10) відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» є обов'язковим для виконання нормативно-правовим актом, що встановлює медичні вимоги безпеки щодо води питної, призначеної для споживання людиною, недотримання яких створює загрозу здоров'ю і життю людини та майбутніх поколінь, а також загрозу виникнення і розповсюдження інфекційних хвороб та масових неінфекційних захворювань (отруєнь) серед населення.

Юридичні та фізичні особи несуть відповідальність за дотримання вимог санітарних норм згідно з законодавством.

Державні санітарні норми та правила „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4 - 171 - 10) розроблено авторським колективом у складі:

Сердюка А.М. - д.мед.н., проф., акад. НАМН України, **Прокопова В.О.** - д.мед.н., проф., **Корчак Г.І.** - д.мед.н., **Сурмашевої О.В.** - д.мед.н., **Лося І.П.** - д.б.н., проф., **Зоріної О.В.** - к.б.н., **Шушковської С.В.** - н.с., **Сахно Н.В.** - н.с., **Липовецької О.Б.** - н.с. (Державна установа „Інститут гігієни та медичної екології імені О.М. Марзєєва НАМН України”).

У розробці документа також брали участь:

Пономаренко А.М. - к.мед.н., **Ляшко В.К.** (Державна санітарно-епідеміологічна служба України);

Ситенко М.А., Протас С.В., Мишківська А.А. - к.мед.н. (Міністерство охорони здоров'я України);

Бардов В.Г. - д.мед.н., проф., чл.-кор. НАМН України, **Гаркавий С.І.** - д.мед.н., проф., **Музичук Н.Т.** - к.мед.н., доц., **Гаркавий С.С.** - асп. (Національний медичний університет імені О.О. Богомольця МОЗ України);

Петренко Н.Ф. - к.б.н. (Український науково-дослідний інститут медицини транспорту МОЗ України);

Коршун М.М. - к.мед.н. (Комітет з питань гігієнічного регламентування МОЗ України);

Некрасова Л.С. - к.мед.н., доц., **Петраков І.Ю., Глушкевич Т.Г.** (Центральна санітарно-епідеміологічна станція МОЗ України);

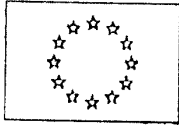
Заспівка Л.Г. - к.мед.н. (Одеська обласна санітарно-епідеміологічна станція);

Кліментєв І.М. (Одеська міська санітарно-епідеміологічна станція).

Під час розробки документа враховано пропозиції, що надійшли від закладів державної санітарно-епідеміологічної служби Автономної Республіки Крим, Вінницької, Волинської, Дніпропетровської, Донецької, Житомирської, Запорізької, Закарпатської, Івано-Франківської, Кіровоградської, Київської, Львівської, Луганської, Миколаївської, Одеської, Полтавської, Рівненської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Херсонської, Хмельницької, Чернігівської, Чернівецької, Черкаської областей, міста Севастополя, Центральної санітарно-епідеміологічної станції на повітряному та водному транспорті.

Автори висловлюють подяку за участь у доопрацюванні остаточної редакції документа членам робочої групи, створеної наказом МОЗ України від 4 листопада 2009 року № 431-Адм Подрушняка А.С., Нікіпеловій О.М., Стрікаленко Т.В., Богдановському В.В., Капранову С.В., Тимошенко С.М., Копуль Ж.Л.

<p>© Видання офіційне Міністерство охорони здоров'я України Державна санітарно-епідеміологічна служба</p>	<p>Ці Державні санітарні норми та правила не можуть бути повністю або частково відтворені, тиражовані і поширені без дозволу головного державного санітарного лікаря України</p>
---	--



EUROPEAN UNION

DELEGATION TO UKRAINE
Head of Operation Section 3

Ref. Ares(2016)1433564 - 23/03/2016

Mr. Jose Ignacio Soriano,
Managing Director,
EPTISA, Servicios de Ingenieria, S.L.
C/Emilio Munoz 35 - 37, Madrid,
28037, SPAIN

Fax: + 34 -- 914 -465 -- 546
E-mail: gkovalchuk@eptisa.com

Subject: Administrative order No. 11 to Service Contract No. 357-205

Project Title: Support to Ukraine in approximation of the EU environmental *acquis*

Dear Mr Jose Ignacio Soriano,

I hereby confirm my agreement with Mr A. Kundrotas request of 18 March 2016 for the approval:

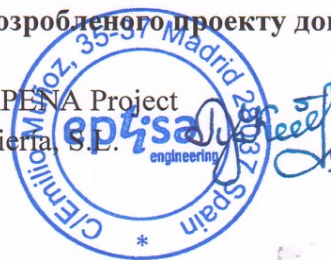
##	Name	Position	Man/days	Assignment
1.	Konovalenko Oxana	Junior Local Non-key Water Framework Directive Expert	30	Component 2. <u>Activity 2.2.6:</u> Animation of water sector Working Group; <u>Activity 2.2.8:</u> Training workshops; <u>Activity 2.2.10:</u> Legal definition hydrographic zoning units/river basins and river basin districts
2.	Tsitou Kanstantsin	International Non-key Floods Directive Expert	30	Component 2. <u>Activity 2.2.6:</u> Animation of water sector Working Group; <u>Activity 2.2.8:</u> Training workshops; <u>Activity 2.2.12:</u> Preliminary Flood Risk Assessment (PRFA)
3.	Zorina Olesya	Junior Local Non-key Drinking Water Directive Expert	10	Component 2. <u>Activity 2.2.3:</u> Legal substantiation and support in developing of 10 legal acts; <u>Activity 2.2.6:</u> Animation of water sector Working Group; <u>Activity 2.2.8:</u> Training workshops;

and accept their Curriculum Vitae.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
проекту нової редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної,
призначеної для споживання людиною», розробленого
з метою реалізації проекту «Підтримка України в апроксимації європейського
законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища» («Support to Ukraine in
approximation of the EU environmental acquis»
ЄС «APENA Project»

1. **Найменування пропозиції для впровадження:** нова редакція ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»
2. **Установа - розробник:** Консорціум на чолі з компанією EPTISA Servicios de Ingeniería, S.L. в рамках Проекту технічної допомоги ЄС “Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища” («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis»/APENA Project), C/Emilio Munoz 35-37, Madrid, 28037, Spain, e-mail: gkovalchuk@eptisa.com, tel./fax: +34-914-465-546)
3. **Автор:** к.б.н., с.н.с. Зоріна О.В. - молодший експерт сектору якості води та управління водними ресурсами проекту “Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища” («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis»).
4. **Базова установа, що проводить впровадження:** Консорціум на чолі з компанією EPTISA Servicios de Ingeniería, S.L. в рамках Проекту технічної допомоги ЄС “Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища” («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis»/APENA Project), C/Emilio Munoz 35-37, Madrid, 28037, Spain, e-mail: gkovalchuk@eptisa.com, tel./fax: +34-914-465-546
5. **Строки впровадження:** 2016 р.
6. **Форма впровадження:** реалізація проекту технічної допомоги ЄС “Підтримка України в апроксимації законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища” («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis»/ APENA Project
7. **Ефективність впровадження:** нова редакція ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» розроблена відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС і розпорядження Кабінету Міністрів України від 26.11.14 р. № 1141-р з метою імплементації Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною (зі змінами 2015 р.) та сприятиме впровадженню нового порядку еколого-гігієнічного моніторингу питних вод та захисту здоров'я споживачів.
8. **Зауваження та рекомендації до розробленого проекту документу:** немає.

Відповідальний за впровадження APENA Project
компанії EPTISA Servicios de Ingeniería, S.L.





ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»

02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50

тел. 559-73-73; тел./факс 513-15-28; E-mail: usch@usch.kiev.ua

27.12.2018 № 21/4412

на № _____ від _____

Заступнику Міністра з питань
 Європейської інтеграції,
 Голові Міжвідомчої робочої групи
 Міністерства екології та природних
 ресурсів України
 Кузьо М.С.

Вельмишановний Миколо Степановичу!

Фахівцями водної лабораторії нашого інституту (членами робочої групи з координації впровадження Протоколу про воду та здоров'я) розглянуто проект «Національних цільових показників до Протоколу про воду та здоров'я та заходи їх досягнення» 2018 р. до Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер (Гельсінкі, Фінляндія) та повідомляємо наступне.

У проекті документу зазначено: «ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» у частині загального переліку показників якості відповідає вимогам ЄС, але класифікація показників за ступенем їх безпечності для здоров'я людини в документі України є більш суворою».

Нами проведено порівняльний аналіз європейської та української нормативної бази щодо якості питних вод та розроблено пропозиції з удосконалення національного нормативного документу, який дозволив встановити наступне.

Вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» не узгоджуються з вимогами Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, через відсутність в документі України 9-ти показників, що є у Директиві 98/83/ЄС, а також переліку "індикаторних" показників, порядку моніторингу якості питних вод та інформування споживачів тощо.

Ця неузгодженість нормативів у вітчизняному та європейському нормативному документах врахована у проекті змін (нової редакції) ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

З повагою,
 Заст. директора, чл.-кор. НАМНУ,
 проф., д.мед.н.

Полька Н.С.

Виконавці:
 Прокопов В.О.,
 Зоріна О.В. 513-06-23

880800

Погоджено
Проректор з навчальної і
виховної роботи



Кваша С.М.

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

«30» листопада 2018

Затверджую
Перший проректор



Ібатулін І.І.

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

«03» листопада 2018

М.П.

А К Т

про впровадження/використання результатів докторської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на
тему: «Гігієнічні проблеми питного водопостачання України та шляхи їх
вирішення в умовах євроінтеграції»,
назва теми

що представлена на здобуття наукового ступеня **доктора біологічних наук**
за спеціальністю 14.02.01 – «Гігієна та професійна патологія»

виконаної Зоріною Олесею Вікторівною, провідним науковим
співробітником лабораторії гігієни природних, питних вод ДУ
«Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМНУ»
ПІБ здобувача

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін(и) _____
Екологічна безпека селітебних і виробничих територій
назва дисципліни

використані співробітниками кафедри екології агросфери та екологічного
контролю при підготовці і викладанні курсу лекцій та проведенні семінарських
занять

(Впроваджені пропозиції : Виявлено невідповідність положень ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» європейським вимогам (щодо порядку моніторингу питних вод, проведення інформування споживачів, місцезнаходжень пунктів відбору проб, переліку показників, їх нормативів та наявності «індикаторних» показників тощо). Серед «індикаторних» основним проблемним показником якості водопровідних питних вод, що виготовляються з води р. Дніпро, є перманганатна окиснюваність. Результати моніторингу якості дніпровської води, показали, що у порівнянні з даними 1994-1998 рр. середній вміст ХСК у 2015-2017 рр. майже не змінився ($27,66 \pm 0,203$ мг/л) та перевищував у 2 рази норматив (15 мг/л) для вихідних вод водопровідних станцій з традиційною схемою водоочищення. Основою у разі корегування нормативів для «індикаторних» показників питних вод повинні стати наукове обґрунтування (виявлення чинників та наслідків вмісту у питній воді) та

впровадження профілактичних заходів (встановлення можливих умов для збільшення нормативу з метою попередження негативного впливу питної води на здоров'я споживачів). Запропоновано умови збільшення нормативу для перманганатної окиснюваності у водопровідних питних водах: ефективність очищення річкової води на водопровідних спорудах за цим показником не менше ніж на 40-50 %, мінімізація вмісту хлорорганічних речовин у питній воді, забезпечення відповідного санітарного стану трубопроводів та споруд, жорсткішого контролю якості питної води за показниками епідемічної безпеки та небезпечними речовинами, якщо існує потенціальний ризик забруднення ними питних вод відповідно до результатів екологічного моніторингу водного об'єкту. Це буде сприяти виконанню зобов'язань України згідно з Угодою про асоціацію з Європейським Союзом відносно імплементації Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, а також розширенню бази знань студентів щодо якості води р. Дніпро за вмістом органічних речовин, проблем з якістю всіх видів питних вод та розробки національного нормативного документу «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» в умовах євроінтеграції).

(необхідно конкретизувати, які результати дисертаційної роботи і яким чином (способом) використані при викладанні дисциплін(и))

на кафедрі екології агросфери та екологічного контролю

(назва кафедри)

у підготовці фахівців ОНР бакалавр

за напрямом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

із спеціальності

101 «Екологія»

назва спеціальності

у Національному університеті біоресурсів і природокористування України

назва ВНЗ

Декан факультету факультету
захисту рослин, біотехнологій
та екології, д-р с.-г. наук,
професор

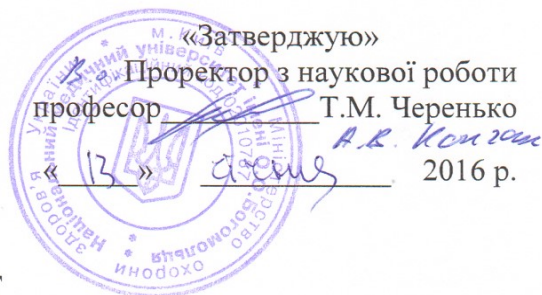


Доля М.М.

Завідувач кафедри екології
агросфери та екологічного
контролю д-р с.-г. наук,
професор



Чайка В.М.



АКТ

впровадження результатів науково-дослідних робіт у навчальний процес кафедри комунальної гігієни та екології людини з секцією гігієни дітей та підлітків Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України

1. **Найменування пропозиції для впровадження:** Державні будівельні норми України «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» ДБН В.2.5-74:2013.
2. **Установа-розробник:** Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», 02660, Київ-94, вул. Попудренка, 50 тел./факс. (044) 559-90-90
3. **Автори:** д.мед.н., проф. Прокопов В.О., пр. н.с., к.б.н. Зоріна О.В.
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра комунальної гігієни та екології людини з секцією гігієни дітей та підлітків Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України, 01601, м. Київ, бульвар Т.Шевченка, 13, тел. (044) 456-58-85; 454-49-35.
5. **Строки впровадження:** 01.09.2015–27.12.2015 р.
6. **Форма впровадження:** використані співробітниками кафедри комунальної гігієни та екології людини з секцією гігієни дітей та підлітків Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця МОЗ України при підготовці і викладанні курсу лекцій та проведенні практичних занять.
7. **Ефективність впровадження:** розширення бази знань лікарів-інтернів, які навчаються за спеціальністю «загальна гігієна», а також студентів, які навчаються за спеціальністю «медико-профілактична справа» також «лікувальна справа» щодо методів покращення якості питної води.
8. **Зауваження та рекомендації:** немає.

Відповідальний за впровадження
 завідувач кафедри комунальної
 гігієни та екології людини з секцією
 гігієни дітей та підлітків, д. мед. н.,
 професор

доцент кафедри, к. мед. н.

доцент кафедри, к. мед. н.

Підпис: *С.І. Гаркавий*

ЗАБЕДІЧУЮ
 ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР УНІВЕРСИТЕТУ

« 12 » 01 2016 р.

С.І. Гаркавий
 С.І. Гаркавий

І.І. Ткаченко
 І.І. Ткаченко

І.М. Філатова
 І.М. Філатова

ДСТУ В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»

ДБН В.2.5-74:2013

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Український державний науково-дослідний і проектно-вишукувальний інститут "УкрНДІводоканалпроект"
- РОЗРОБНИКИ: **О. Оглобля**, д-р техн. наук (науковий керівник), **Г. Пархомович**, **О. Буланий**, **Г. Чепурна**, **В. Чванова**, **О. Гороховська**, **С. Краток**, **О. Куколь**
- За участю: ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України" (**В. Прокопов**, д-р мед. наук; **О. Зоріна**, канд. біолог. наук);
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України (**В. Гончарук**, д-р хім. наук; **Н. Мешкова-Клименко**, д-р хім. наук; **Д. Кучерук**, д-р хім. наук; **Л. Мельник**, канд. хім. наук; **А. Кавицька**, канд. техн. наук; **А. Чернявська**, канд. с.-г. наук; **І. Єзловецька**, канд. с.-г. наук);
Державна інспекція техногенної безпеки України (**О. Євсєнко**, **О. Гладишко**, **В. Мусійчук**, **С. Батечко**);
ДП "Центр екологічних ініціатив" (**О. Картавцев**);
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту (**В. Ніжник**, канд. техн. наук; **О. Сізіков**, канд. техн. наук; **Р. Уханський**);
ДП "Дніпроцивільпроект" (**А. Самойленко**, канд. техн. наук; **Л. Самойленко**, **А. Саснко**);
ПАТ "Укрводпроект" (**О. Дупляк**, канд. техн. наук; **С. Величко**, канд. техн. наук);
МКП "Хмельницьководоканал" (**С. Міхалець**, **Ю.Таран**, **М. Кравчук**);
ДВНЗ "Київський університет управління та підприємництва" (**В. Сліпченко**, канд. техн. наук);
КП "Вінницяоблводоканал" (**А. Якіменко**);
КП "Харківводоканал" (**І. Корінько**, д-р техн. наук; **В. Вороненко**, канд. техн. наук; **А. Черняєв**, **В. Яркін**);
ТОВ "Торговельний дім "ЄВРОТРУБПЛАСТ" (**І. Крупак**, **Р. Горчак**, **О. Козак**)
- 2 ВНЕСЕНО:
- 3 ПОГОДЖЕНО: Державна служба геології та надр України (лист-погодження № 11229/01/10-12 від 12.12.2012 р.);
Міністерство екології та природних ресурсів України (лист-погодження № 25118/17/10-12 від 24.12.2012 р.);
Державна санітарно-епідеміологічна служба України (лист-погодження № 05.01.16-7075/15-7818/22 від 26.12.2012 р.);
Державна інспекція техногенної безпеки України (лист-погодження № 36/2/9987 від 26.12.2012 р.);
Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України (лист-погодження № 11792/0/6.2-4/6/12 від 26.12.2012 р.)
- 4 ЗАТВЕРДЖЕНО: накази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 р. № 133 та від 28.08.2013 р. № 410
- НАБРАННЯ ЧИННОСТІ: з 01-01-2014 р.
- 5 УБЕДЕНО ВПЕРШЕ (втрачає чинність на території України СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения")

Право власності на цей документ належить державі.

Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

© Мінрегіон України, 2013

Видавець нормативних документів у галузі будівництва
і промисловості будівельних матеріалів Мінрегіону України
Державне підприємство "Укрархбудінформ"

ДСТУ В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»

ДБН В.2.5-64:2012

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство "Державний проектний інститут містобудування "Міськбудпроект" (м. Полтава)
- РОЗРОБНИКИ: **Ж. Бовкун, М. Кашликов** (науковий керівник), **Л. Павлик, Н. Касімова**
- За участю: Інститут гігієни і медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України (**О. Зоріна** канд. біол. наук; **Н. Сахно** УкрНДІ пожежної безпеки МНС України (**Р. Уханський**) Держпожбезпеки МНС України (**О. Євсєєнко, С. Мусійчук, О. Гладишко, В. Сокол**) Головне управління МНС в м. Києві (**В. Федюк**) ТОВ "Данфосс ТОВ" (**В. Пирков**, канд. техн. наук) ДП ДПІ "ДНІПРОЦІВІЛЬПРОЕКТ" (**А. Самойленко**, канд. техн. наук; **Л. Самойленко**) ТОВ "ЦентрСЕПРОтепломережа" (**О. Семенець**)
- 2 ВНЕСЕНО: Управління архітектурно-конструктивних систем будинків і споруд Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України
- 3 ПОГОДЖЕНО: МНС України, Державний департамент пожежної безпеки, лист від 26.11.2010 р. № 36/4/7951
Міністерство охорони здоров'я України, Державна санітарно-епідеміологічна служба, лист від 10.02.2011 р. № 05.03.02-071/10693
Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, лист від 31.05.2010 р. № 7/13-5173
- 4 ЗАТВЕРДЖЕНО: Наказ Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 31.10.2012 р. № 553
- НАБРАННЯ ЧИННОСТІ: чинні з 2013-03-01
- 5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (Втрачають чинність на території України СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий" та СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы" (у частині, що стосується водопроводу та каналізації))

Право власності на цей документ належить державі.

Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

© Мінрегіон України, 2013

Офіційний видавець нормативних документів у галузі будівництва і промисловості будівельних матеріалів Мінрегіону України
Державне підприємство "Укрархбудінформ"