

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

Зоріна Олеся Вікторівна

УДК: 614:339.924

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

14.02.01 – гігієна та професійна патологія

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук**

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державній установі «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України»

Науковий консультант: заслужений діяч науки і техніки України, доктор медичних наук, професор **Прокопов В'ячеслав Олександрович**, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», завідувач лабораторії гігієни природних, питних вод

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, старший науковий співробітник **Дмитруха Наталія Миколаївна**, провідний науковий співробітник лабораторії промислової токсикології та гігієни праці при використанні хімічних речовин ДУ «Інститут медицини праці НАМН України»

доктор медичних наук, старший науковий співробітник **Мокієнко Андрій Вікторович**, асистент кафедри соціальної медицини, громадського здоров'я та медичного права Одеського національного медичного університету

доктор медичних наук **Лотоцька Олена Володимирівна**, доцент кафедри загальної гігієни та екології Тернопільського Національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України

Захист відбудеться „_____” _____ 2019 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д26.604.01 ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» за адресою: 02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» за адресою: м. Київ, вул. Попудренка, 50.

Автореферат розісланий „_____” _____ 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук

О.М. Литвиченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відповідно до Угоди про асоціацію з Європейським Союзом Україна зобов'язалася імплементувати ряд водних директив, зокрема Директиву 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, а також провести оцінку стану джерел питного водопостачання та якості питних вод з метою досягнення екологічно безпечного водокористування в умовах зростаючого забруднення навколишнього середовища.

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 та своєчасно попереджати розвиток захворювань інфекційної і неінфекційної етіології (Гаркавий С. І. та ін., 2010; Archana Sharma et al., 2012; Бардов В. Г., 2013; Shweta Tyagi et al., 2013; Прокопов В. О., 2016; Верголяс М. Р., Дмитруха Н. М., Андрусишина І. М., 2016; Мокієнко А. В., Петренко Н. Ф. та ін., 2017; Лотоцька О. В. та ін., 2018; Гончарук В. В. та ін., 2018; Ward M. H. et al., 2018; Трахтенберг І. М., 2019).

За даними проведених досліджень, в Україні існують схожі проблеми на ті, що виявляються у європейському секторі – забруднення вододжерел небезпечними речовинами, відсутність надійного знезараження вод та понаднормативний вміст побічних продуктів дезінфекції (Smith R. et al., 2013; Van der Hoek J. P. et al., 2014; Прокопов В. О., 2016). Якість поверхневих вод України протягом 50-ти років погіршилась, технології очищення на водопровідних станціях за цей час суттєво не змінювалися, на цьому фоні гігієнічні вимоги до води питної стали жорсткішими (Mark A. Shannon et al., 2008; Пономаренко Р. В., 2011; Bhati M., Rai R., 2017). Зазначене потребує розробки та впровадження інноваційних технологічних рішень водопідготовки, насамперед, знезараження питної води, що може бути реалізовано шляхом пошуку та обґрунтування використання нових безхлорних технологій, що виключають утворення побічних продуктів дезінфекції.

З цією метою для знезараження водопровідних питних вод з поверхневих водойм рекомендують використовувати препарати на основі солей полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) (Воинцева І. І., 2011). Однак на сьогодні проведені лише поодинокі дослідження щодо визначення знезаражуючої 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 (Ильин С. Н., 2015; Asiedu-Gyekye I. J. et al., 2015; Воинцева І. І. та ін., 2016; Плитман С. І. та ін., 2016). Науковцями України багато зроблено у напрямку поліпшення якості питної води, однак, нині спостерігається її погіршення і це стосується як водопровідної, так і, на жаль, фасованої питної води (Горваль А. К., 2005; Стрикаленко Т. В. та ін., 2010; Liguori G., 2010; Гончарук В. В. та ін., 2011; Мосейчук А. А., Бойко І. А., 2011; Malwina Diduch et al., 2013; Hassan Momtaz et al., 2013; Верголяс М. Р., Трахтенберг І. М., Дмитруха Н. М., Гончарук В. В., 2016; Fakhri Y. et al., 2017).

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

Таким чином, є актуальним проаналізувати та систематизувати наукові проблеми у сфері питного водопостачання та, враховуючи антропогенне навантаження на довкілля в Україні, яке в кілька разів перевищує відповідні показники у розвинутих країнах світу (Трахтенберг І. М., 2011), запропонувати обґрунтовані шляхи їх вирішення з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення та прийняття дієвих управлінських рішень в умовах євроінтеграції.

Вищезазначене обумовило вибір теми, мети і завдань наукового дослідження.

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 теплокровні організми; 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, порівняльно-описовий, гігієнічного моніторингу, експериментальний, токсикологічний, біохімічні, гематологічні, імунологічні, санітарно-хімічні, мікробіологічні, соціологічний, аналітичний аналіз, математичні. 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 знезаражуючою 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. Марзеєва 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. Марзеєва 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. Марзеєва 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 «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва 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.).

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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми даної роботи, визначено її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, грантами, сформульовано мету і задачі дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення роботи, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію матеріалів дисертації та публікації результатів дослідження, обсяг та структуру дисертації.

Розділ 1 присвячено аналітичному огляду вітчизняних та зарубіжних літературних джерел з еколого-гігієнічної оцінки стану джерел питного водопостачання, якості питних вод та шляхів її поліпшення з метою збереження життя та здоров'я людей. Наприкінці розділу зроблено узагальнюючі висновки з висвітленням невирішених проблем, що обумовило вибір теми, мети і завдань наукового дослідження.

Розділ 2 містить методи та обсяги досліджень. Для досягнення мети та вирішення поставлених завдань проведено: оцінку результатів моніторингових досліджень з якості природних, питних вод, в тому числі бутильованих; аналіз нормативних документів виробників різних видів питних вод; анкетне опитування населення щодо якості водопровідних питних вод в різних регіонах України; експериментальні, модельні та токсикологічні дослідження із застосування солей ПГМГ у водопідготовці; порівняльну оцінку нормативно-правової бази України, ЄС, ВООЗ та інших країн у сфері питного водопостачання та якості питної води (табл. 1).

Таблиця 1

Етапи, методи та обсяги досліджень

Етапи	Метод	Обсяг
Вивчення особливостей сучасного стану та якості води р. Дніпро як основного джерела питного водопостачання в Україні у просторово-часовому аспекті	гігієнічного моніторингу, математичні (модельювання, кластеризація, інтегральна оцінка)	Матеріали державної статистичної звітності за різні роки з питань стану водойм басейну Дніпра, якості їх води (906 проб) та результати вибіркового особистих досліджень (48 проб)

Комплексна характеристика якості вихідних та питних вод дніпровських водопровідних станцій з використанням методики інтегральної оцінки	гігієнічного моніторингу, математичний (інтегральна оцінка)	Матеріали з якості природних та питних вод 6-ти дніпровських водопровідних станцій: у місцях питних водозаборів та після очищення (468 проб)
Науковий аналіз традиційних та нових технологічних рішень підготовки та транспортування водопровідної питної води	гігієнічного моніторингу, порівняльно-описовий	Технологічні регламенти з виробництва питних вод, матеріали щодо якості вихідних та питних вод за даними 8-ми дніпровських водопровідних станцій за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками, результати вибіркового особистих досліджень (868 проб)
Обґрунтування можливості використання солей ПГМГ в технології підготовки питної води як альтернативи хлору	експериментальний, санітарно-хімічні, мікробіологічні, гігієнічного моніторингу	У натурних та експериментальних умовах досліджено та проаналізовано 787 проб води
Оцінка в хронічному токсикологічному експерименті безпечності питної води, виготовленої за участю гуанідинових сполук (ПГМГ)	токсикологічний, біохімічні, гематологічні, імунологічні	У двох серіях токсикологічного експерименту використано 120 білих щурів по 10 тварин у двох контрольних та у десяти дослідних групах
Аналіз стану питного водопостачання та якості вихідних та питних вод централізованого та нецентралізованого водопостачання	гігієнічного моніторингу, санітарно-хімічні	Проаналізовано багаторічні матеріали щодо якості різних видів вод: Держсанепідслужби України (2000-2016 рр.), «УНГЦ МОЗУ» (1992-1994 рр.), СВКП «КИЇВВОДФОНД», водоканалів України та результати вибіркового особистих досліджень (923 проби)
Анкетне опитування населення щодо якості водопровідних питних вод	соціологічний	Опитано 658 споживачів водопровідних питних вод з різних адміністративно-територіальних регіонів України
Аналіз української нормативної бази з якості питних вод на відповідність вимогам європейського водного законодавства та розробка пропозицій до удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази	порівняльно-описовий, аналітичний аналіз	Проаналізовано 9 нормативних документів: Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС, ДСанПіН 2.2.4-171-10, Директива 98/83/ЄС, національні нормативні документи Англії, Німеччини, рекомендації ВООЗ, CODEX STAN 227-2001 Codex Alimentarius та інші

На першому етапі у просторово-часовому аспекті дана характеристика якості води основного джерела питного водопостачання України (р. Дніпро) за комплексом санітарно-хімічних речовин та запропоновано шляхи оптимізації системи моніторингу якості річкової та питної води. Проаналізовано результати санітарно-хімічних досліджень якості дніпровської води (2015-2017 рр.) із 12 пунктів відбору

проб вздовж русла, що були розташовані у: Київському (нижньому б'єфі Київської ГЕС біля м. Києва – пункт 1); Канівському (нижньому б'єфі Канівської ГЕС біля м. Канів – пункт 2); Кременчуцькому (біля мм. Черкаси (с. Сокирне), Світловодська та Кременчука (с. Власівка) – пункти 3-5 відповідно); Кам'янському (біля мм. Горішні Плавні та Кам'янське (у верхньому б'єфі Середньодніпровської ГЕС, с. Аули) – пункти 6 та 7 відповідно); Дніпровському (біля м. Дніпро (с. Н. Кайдаки), у місці питного водозабору КП «Водоканал» біля 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 7 показниками, що характеризують вміст органічних та біогенних речовин (хімічне споживання кисню (ХСК), кольоровість, амоній, фосфат-іон, розчинений кисень, залізо та марганець). Для обробки даних використовували методи: статистичний за критерієм Ст'юдента, кластерного аналізу, математичного моделювання, інтегральної оцінки. Для здійснення кластерного аналізу був обраний метод одиночного зв'язку, для чого попередньо була розрахована матриця відстаней. Суть проведеної інтегральної оцінки якості води у 12-ти пунктах відбору проб полягала у трансформації в одну цифру результатів моніторингу за показниками, що формують ризик «цвітіння» води. Методика формування інтегрального показника включала наступні етапи: розрахунок безрозмірних еквівалентів, визначення вагових коефіцієнтів значимості показників, згортка всіх змінних в інтегральний показник. Розрахунок вагових коефіцієнтів здійснювався експертним шляхом за методом ієрархій Т. Сааті.

На наступному етапі роботи для проведення оцінки якості вихідних та питних вод водопровідних станцій у просторово-часовому розрізі використано інтегральну методикау із розрахунком вагових коефіцієнтів за двома оцінками експертів (між групами показників, що були прийняті згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10, та показниками у групах) методом ієрархій Т. Сааті. Було проаналізовано: 27 показників (25 санітарно-хімічних, 2 радіаційної безпеки) та їх 6 груп (органолептичні, фізико-хімічні з органолептичною, загальносанітарною та санітарно-токсикологічною ознаками шкідливості, інтегральні, радіологічні). У роботі використовували матеріали з якості вод вихідних та питних (2015-2017 рр.) водопровідних станцій, що очищують дніпровську воду: Кременчуцького (КП «Черкасиводоканал»), Дніпровського (КНФС та ЛНФС КП «Дніпроводоканал», блоки № 1 та 2 ДВС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя) водосховищ, а також з Каховського магістрального каналу Р-9 довжиною 129,7 км (експлуатаційного цеху водопостачання Західного групового водоводу КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради) та Західного групового водоводу довжиною 175 км (КП «Бердянськводоканал»).

На наступному етапі дисертації проведено науковий аналіз 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 очисних споруд № 1 ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), блоку очисних споруд № 2 ДВС-1

КП «Водоканал» (м. Запоріжжя). Розглянуто матеріали щодо якості дніпровських вихідних та питних вод 6-ти блоків очищення 5-ти водопровідних станцій (2015-2017 рр.), ПрАТ «Акціонерна компанія «Київводоканал» (2001-2015 рр.) та ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь» (2011-2015 р.), де використовуються традиційні водоочисні технології.

Отримані дані обробляли шляхом визначення середніх арифметичних значень (M), їх похибок (m) та вірогідності різниці за критерієм Ст'юдента (p). Різницю між досліджуваними показниками вважали статистично достовірною за значення $p < 0,001$. Статистичне та графічне оброблення виконувалось за допомоги програми STATISTICA 10.0 portable.

Далі в роботі дано гігієнічну оцінку новим рішенням водоочищення, що можуть використовуватися в умовах підвищеної мінералізації поверхневих вод. Зокрема, баромембранної технології для очищення поверхневої солонуватої води. Дослідження проводили на дослідно-промисловій лінії Алчевського водоочисного заводу потужністю 100 м³/год. Проаналізовано результати дослідження якості вихідної (Ісаковського водосховища на р. Білій), очищеної на етапах водопідготовки та питної води (всього 248 проб) за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками.

У лабораторних умовах, зокрема на модельній системі, що відтворювала технологію підготовки питної води на водопровідній станції, проводили експериментальні дослідження, що мали за мету обґрунтувати доцільні та безпечні дози реагентів на основі солей ПГМГ для обробки природної води, застосовуючи європейський підхід регламентування доз, а також провести порівняльну оцінку різних за складом відповідних реагентів між собою, хлорним вапном та флокулянтами, що використовуються у практиці питного водопостачання. Досліджували наступні реагенти на основі солей ПГМГ: ПГМГ-гідрохлорид (ПГМГ-ГХ) («Акватор-10») виробництва НТЦ «Укрводбезпека» (ТУ У 25274537-002:98), ПГМГ-фосфат (ПГМГ-Ф) («Акватор-7») виробництва НТЦ «Укрводбезпека» (ТУ У 25274537-001:98), ПГМГ-гідрохлорид+фосфат (ПГМГ-ГХ+Ф) («Валеус») виробництва ЗАТ «Українські екологічні технології» (ТУ У 24.1-31826657.002-2002). В експерименті використовували: флокулянти – Магнафлок LT27 фірми «Ciba Specialty» (ФРГ), Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 С компанії «SNF S.A. FLOERGER» (Франція); коагулянт – сульфат алюмінію виробництва ВАТ «Хімзавод Коагулянт» (ГОСТ 12966-85). Якість природної та обробленої води оцінювали за загальноприйнятими санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками. Вміст у воді ПГМГ визначали з еозином за фотометричною методикою (свідоцтво про метрологічну атестацію УкрЦСМ Держстандарту України від 30.12.98 р. № 081/36-17-98).

З метою оцінки дії на організм тварин питної води, обробленої двома різними за складом реагентами на основі ПГМГ (ГХ, ГХ+Ф), проводився хронічний 6-ти місячний токсикологічний експеримент. У першій серії експерименту для обробки вихідної води використовували дози кожного ПГМГ 0,5; 1,0; 3,0 мг/л, а у другій – дози обох ПГМГ були на рівні 10 та 15 мг/л. Після обробки реагентами воду відстоювали та фільтрували. Контрольні групи тварин вживали дехлоровану

водопровідну питну воду. У контрольній та кожній з дослідних груп кількість тварин становила 10 осіб. Проводили постійні спостереження за загальним станом тварин, а також гематологічні, біохімічні та імунологічні дослідження. Отримані у санітарно-токсикологічному експерименті дані піддавали статистичній обробці, використовуючи критерій Ст'юдента. Різницю між досліджуваними показниками вважали статистично достовірною за значення $p < 0,05$.

Доцільність застосування реагентів на основі ПГМГ у водопідготовці проаналізовано також у натурних умовах – на трьох блоках очищення водопровідної станції КП Новоград-Волинської міської ради «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства» та станції водоочищення КП «Житомирводоканал».

Далі в дисертації було освітлено стан питного водопостачання та якість всіх видів вод України, що використовуються населенням (водопровідних, фасованих, з пунктів розливу комерційного призначення, колодязів, бюветів та каптажів джерел) за результатами державного моніторингу та власних досліджень. Оцінювали також ступінь використання населенням привізних вод у просторово-часовому аспекті. Якісний склад води визначали за чинними методиками та оцінювали відповідно до вимог українського та європейського законодавства.

На наступному етапі роботи 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) та Директиви 98/83/ЄС (зі змінами 2001, 2003, 2009, 2015 рр.).

Останній етап дисертації включав анкетування споживачів водопровідних питних вод різних регіонів України (всього 658 осіб) з метою об'єктивної оцінки ними її якості та достатності інформації про її безпечність.

На підставі проведених в роботі досліджень та аналізу нормативних документів різних країн світу з моніторингу якості питної води, в тому числі бутильованої, розроблено концептуальні підходи та пропозиції до удосконалення національної нормативно-правової бази з якості різних видів питної води.

У **розділі 3** проведено аналіз результатів моніторингу якості води р. Дніпро – основного джерела питного водопостачання за комплексом санітарно-хімічних показників. Якість дніпровської води оцінювалась за показниками, що характеризують вміст органічних та біогенних речовин, за якими вона відноситься до 2-3 класу та категорії А2-А3 згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги до якості води та правила вибору» та Директивою 75/440/ЄЕС стосовно вимог до якості поверхневих вод, призначених для забору питної води, відповідно. Виявлені концентрації заліза, марганцю, амонію не перевищували максимальні значення чинних гігієнічних нормативів для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (1,0 мг/л, 0,5 мг/л, 2,6 мг/л відповідно). Загалом за руслом р. Дніпро, як і в 90-х роках минулого століття, періодично виявляються збільшення рівнів ХСК, кольоровості та заліза, з меншою частотою – марганцю та фосфору. Кольоровість води суттєво відрізняється на окремих відрізках водойми, її мінімальні та максимальні рівні

коливаються в межах – 6 град. та 59 град. відповідно. У Нижньому Дніпрі цей показник у воді суттєво знизився у порівнянні з даними 50-60-х років минулого століття. У воді від пункту 1 (Київське водосховище) до пункту 6 (Кам'янське водосховище) середній рівень кольоровості був стабільно високим (до $41,301 \pm 0,601$ град.) у порівнянні із рівнем у воді із інших пунктів. Це може бути обумовлено розташуванням вище за течією річки великих міст, що інтенсивно забруднюють воду органічними та біогенними речовинами. Скидання у водойму неочищених та недостатньо очищених стічних вод призводить до зростання у річковій воді фосфат-іону ($0,332 \pm 0,014$ мг/л), амонію ($0,315 \pm 0,006$ мг/л) та ХСК ($27,660 \pm 0,203$ мг/л), рівні яких відповідають 3 класу якості за ДСТУ 4808:2007. Високі концентрації органічних речовин за 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. Максимальна середня концентрація цього показника спостерігалася у воді із пунктів 5 Кременчуцького ($35,299 \pm 0,620$ мг/л) та 6 ($35,004 \pm 0,406$ мг/л) Кам'янського водосховищ. Загалом мінімальна та максимальна концентрації ХСК у річковій воді становили 15,2 мг/л та 50,5 мг/л. Виявлено, що вміст органічних речовин у воді із пункту 1 Київського водосховища суттєво більший, ніж у воді пониззя річки. Зазначене можливо пояснити впливом антропогенних та природних факторів. Математичне моделювання динаміки ХСК дозволило виявити сезонні зміни ($p < 0,001$) та максимальний пік ХСК у першу декаду серпня (результати розрахунку параметрів моделі наведені в основному тексті дисертації). Побудовано модель просторової тенденції зміни якості води за показниками, що формують ризик «цвітіння» води, із використанням індексу її забруднення (рис. 1).

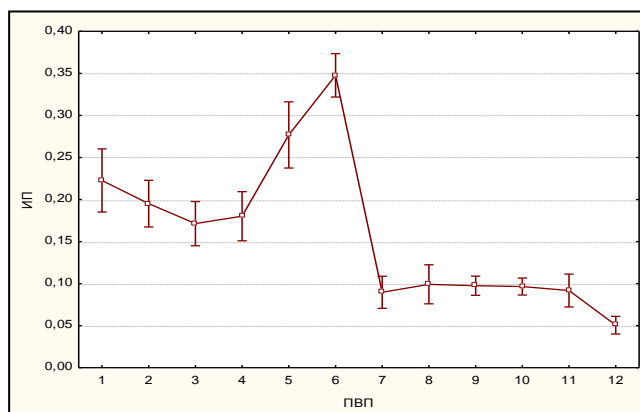


Рис. 1. Модель просторової тенденції зміни якості води із використанням індексу забруднення води: ІП – інтегральний показник, ПВП – пункти відбору проб.

Виявлено суттєвий зріст індексу забруднення у пунктах 5 (у 1,5 рази) та 6 (ще у 1,2 рази). Зазначена інтегральна оцінка дозволила виділити схожі зони річки за якістю води (пункти 1-4, 7-11) та виявити серед досліджених зону у Середньому Дніпрі біля м. Горішні Плавні (пункт 6) найгіршої якості за зазначеними показниками. Негативний вплив на склад води у пункті 6 можуть мати стічні води

м. Кременчук, яке входить до першого десятка промислових міст України, скиди якого забруднюють водні об'єкти басейну Дніпра.

Метод кластерного аналізу дозволив виявити приховані закономірності за схожими ознаками у багатомірному просторі між 7 показниками якості води, що досліджувалися, а також 12 пунктами відбору проб (рис. 2).

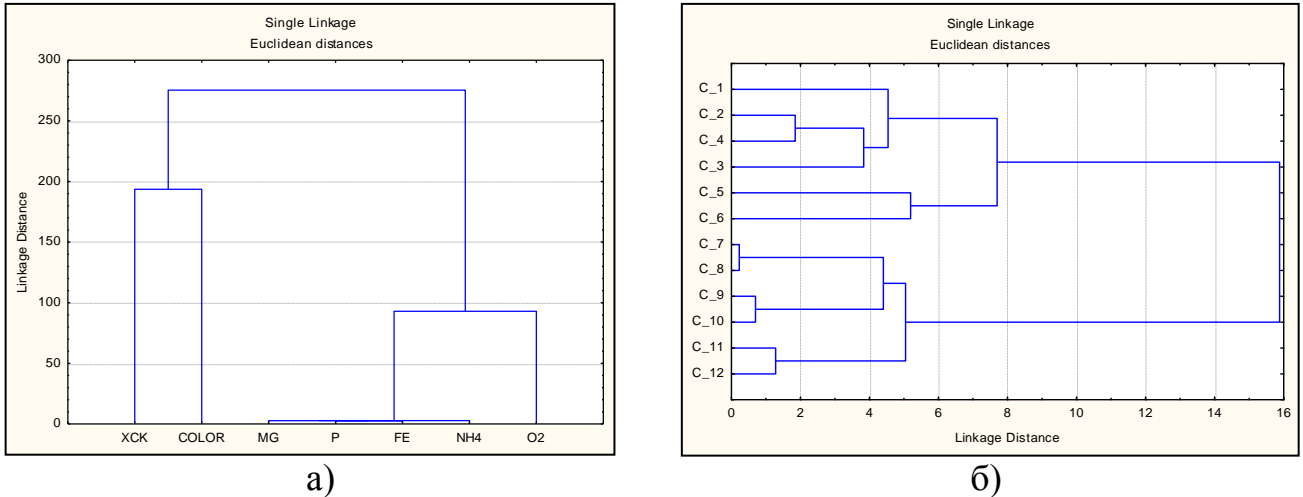


Рис. 2. Дендрограма результатів кластеризації: а) показники якості річкової води: O_2 – розчинений кисень, COLOR – кольоровість, NH_4 – амоній, Fe – залізо, Mn – марганець, P – фосфат-іон; б) пункти відбору проб (ПВП): C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_10, C_11, C_12.

Як можна бачити на рисунку 2, угруповано у кластери: показники якості води р. Дніпро – залізо, марганець, фосфат-іон, амоній, потім до них примикає розчинений кисень (перший кластер), ХСК та кольоровість (другий кластер з більшою відстанню); пункти відбору проб за якістю води: 7-12 (перший кластер), 1-6 (другий кластер з більшою відстанню). Виявлено схожі закономірності змін значень показників якості води з одного кластеру та суттєву різницю між водами з пунктів, що знаходяться у різних кластерах. Усередині двох кластерів з пунктів відбору проб виявлено декілька кластерів, найменша відстань характерна для кластеру з пунктів відбору проб – 7 (біля м. Кам'янське) та 8 (біля м. Дніпро). Якість річкової води у зазначених пунктах відбору проб має схожі властивості.

Для проведення комплексної оцінки якості вихідних та питних вод водопровідних станцій у просторово-часовому розрізі в роботі запропоновано використовувати інтегральну методику 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 води питної, призначеної для споживання людиною», та показниками у групах) методом ієрархій Т. Сааті, що дозволяє враховувати пріоритетність показників якості води у аспекті впливу на здоров'я. Здійснено ранжування 27 показників якості питних вод відносно значень розрахованих вагових коефіцієнтів. На перших 11-ти місцях, що відповідають найбільшим ваговим коефіцієнтам, розташувались 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. Розрахований середній комплексний показник для 7 блоків очищення 6 водопровідних станцій у вихідній воді весною, влітку та восени достовірно ($p < 0,001$) більший, ніж взимку. На деяких станціях після очищення спостерігається збільшення значення комплексного показника, а на інших – зменшення чи його стабільність (рис. 3).

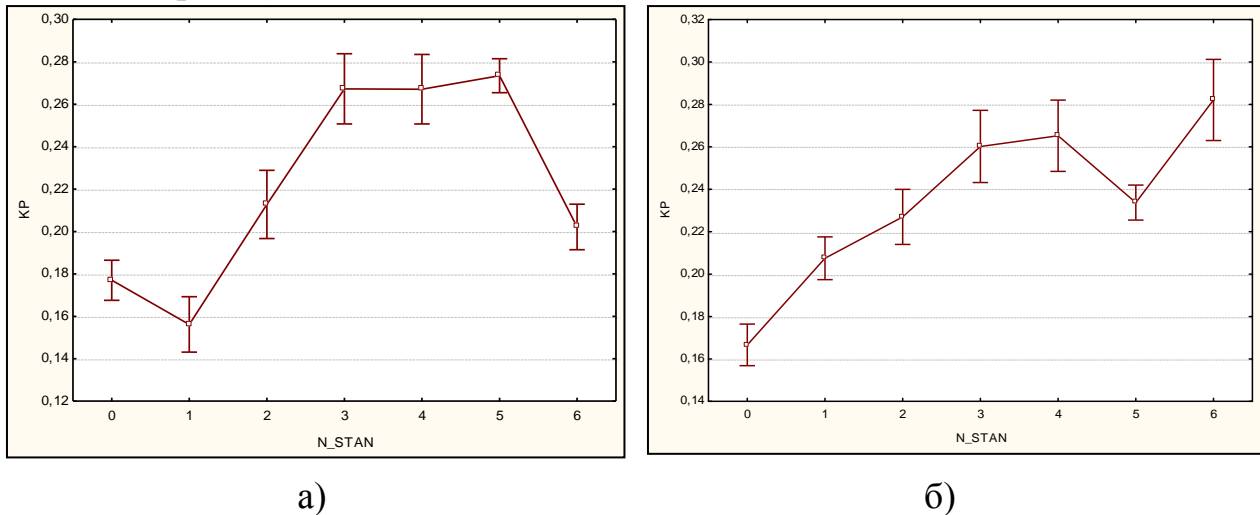


Рис. 3. Моделі просторової тенденції зміни якості води в місцях питних водозаборів (а) та питної (б) дніпровських водопровідних станцій з використанням комплексного показника (КР): 0 – КП «Черкасиводоканал»; 1 – КНФС КП «Дніпроводоканал»; 2 – ЛНФС КП «Дніпроводоканал»; 3 – блок № 1 ДВС-1 м. Запоріжжя; 4 – блок № 2 ДВС-1 м. Запоріжжя; 5 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради; 6 – 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) та КНФС КП «Дніпроводоканал» ($0,156 \pm 0,006$ – вихідних). Максимальні значення комплексних показників були виявлені для вод вихідних – ДВС-1 м. Запоріжжя ($0,267 \pm 0,008$) та Західного групового водоводу 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) (виготовляється з вихідної води найгіршої якості) та КП «Бердянськводоканал» ($0,282 \pm 0,009$) (виготовляється після транспортування питної води водоводом протяжністю 175 км). Отже, величину комплексного показника визначає якість води, що залежить від місця розташування водозабору вздовж русла Дніпра (для вихідних та питних вод) і технологічних підходів транспортування великими водоводами та очищення на водопровідних станціях (для питних вод).

Таким чином, 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 факторів і призводить до потенційних проблем із забрудненням водопровідних питних вод, виготовлених з дніпровської води, згідно з вимогами чинного нормативного документу. Запропоновано та

науково обґрунтовано підходи до удосконалення системи комплексного моніторингу поверхневих та питних вод, що дозволять оптимізувати цей процес.

У розділі 4 проведено науковий аналіз бар'єрної ефективності традиційних та нових технологій водопідготовки для забезпечення споживачів водопровідною питною водою з поверхневих вододжерел.

В роботі узагальнено дані про технології водопідготовки, що використовуються на дніпровських водопровідних станціях, та їх ефективності. Загалом ці технології є типовими для усіх водопровідних станцій і передбачають поліпшення органолептичних показників якості вихідної води та забезпечення епідемічної безпеки питної води, що є кінцевим продуктом водопідготовки. 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 в якості завантаження фільтрів цеоліт з активованим вугіллям або кварцовий пісок з антрацит-фільтрантом та наступні реагенти – сульфат або гідроксихлорид алюмінію, рідкий хлор. На всіх станціях обробки води проводять первинне хлорування, коагуляцію та обов'язкове заключне знезараження питної води і лише на деяких станціях – преамонізацією та флокуляцію.

У питних водах досліджених водопровідних станцій, що використовують дніпровську воду в якості вихідної, виявлялися перевищення 9 санітарно-хімічних показників, що згідно з Директивою 98/83/ЄС віднесені до «індикаторних», нормативи яких в окремих випадках можуть змінюватися (табл. 2).

Таблиця 2

Виявлені проблемні «індикаторні» санітарно-хімічні показники якості водопровідних питних вод

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

Примітки: у дужках зазначений тимчасовий максимально допустимий норматив; * прийнятний для споживачів та без аномальних змін.

З-поміж зазначених у таблиці 2 показників тільки 4 (смак, каламутність, водневий показник, ПО) перевищували максимальні значення нормативів згідно з

ДСанПіН 2.2.4-171-10. Серед них 3 показника (смак, каламутність, водневий показник) з підвищеним рівнем у воді виявлялися лише епізодично (в окремих пробах та у різні роки). Отже, з-поміж 9 викликає занепокоєння понаднормативний вміст лише одного показника – ПО. 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 % (КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» м. Запоріжжя). Мінімальна кількість нестандартних проб за ПО – 19,4 % (КП «Бердянськводоканал») (табл. 3).

Таблиця 3

Концентрації перманганатної окиснюваності у вихідній та питній воді водопровідних станцій

Водопровідна станція	Вихідна вода, $M \pm m$, n=36			Питна вода, $M \pm m$, n=36		
	min	max	med	min	max	med
1	8,20	13,40	10,86±0,25	6,10	9,90	8,06±0,18
2	8,65	13,92	11,09±0,27	6,04	9,57	7,97±0,15
3				5,10	9,90	7,78±0,20
4	5,90	11,60	8,97 ±0,22	5,30	9,70	7,84±0,20
5	4,80	9,00	6,79 ±0,19	4,20	8,00	5,96±0,18
6	4,40	6,80	5,75 ±0,11	3,52	6,16	4,45±0,06

Примітка: 1 – КНФС КП «Дніпроводоканал»; 2 – ЛНФС КП «Дніпроводоканал»; 3 – КП «Водоканал» ДВС-1 м. Запоріжжя, блок очисних споруд № 1; 4 – КП «Водоканал» ДВС-1 м. Запоріжжя, блок очисних споруд № 2; 5 – КП «Облводоканал» Запорізької обласної ради; 6 – КП «Бердянськводоканал».

Як свідчать наведені у таблиці 3 дані, 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 технології водоочищення на водопровідних станціях, максимальний рівень ХСК сягає більше за 30 мг/л. В цих умовах традиційні технології водоочищення вихідної води не спроможні довести її якість за показником ПО до питної. Технологія очищення питної води щодо ПО, яка застосовується на КП «Дніпроводоканал», ефективніша у середньому у 2 рази за технологію на КП «Водоканал» м. Запоріжжя, хоча кількість нестандартних проб на цих об'єктах однакова (100 %). Можливо припустити, що цьому сприяють на першому об'єкті використання коагулянту гідроксихлориду алюмінію ТМ «ПОЛВАК», флокулянту із групи поліакриламідів «EXTRAFLOCK», швидких фільтрів із засипкою активованим вугіллям та цеолітом тощо.

Отже, очищення води р. Дніпро на водопровідних станціях застарілими технологіями не здатне забезпечити досягнення в питній воді нормативу ПО на рівні 5 мг/л, чим порушуються вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 та створюються проблеми у сфері питного водопостачання. Але керуючись принципами Директиви 98/83/ЄС щодо можливості корегування «індикаторних» показників, що може бути пов'язано з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, ПО в

кожному конкретному випадку може бути переглянуто при відповідному науковому обґрунтуванні.

Результати оцінки якості досліджених питних вод водопровідних станцій свідчать також про наявність в ній 7 проблемних показників (хлороформ, дибромхлорметан, хлор, нікель, селен, феноли та нафтопродукти). З-поміж них 4 (хлороформ, дибромхлорметан, нікель та селен) мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості (згідно з ГДК СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения») та відносяться до переліку показників, перевищення нормативів для яких у питній воді згідно з Директивою 98/83/ЄС не дозволяється. Нікель та селен виявляються у вихідній та питній воді КП «Бердянськводоканал» не постійно. Протягом 3-х років серед 36 проб не відповідали нормативу за вмістом нікелю 10 проб (максимальний рівень перевищував гігієнічний норматив у 10 разів). У 2017 р. за вмістом селену серед 12 проб не відповідали нормативу 2 проби (раніше цей показник не визначали), при цьому максимальний його рівень перевищував гігієнічний норматив у 5 разів. У воді КП «Водоканал» м. Запоріжжя виявляються у концентраціях, що не перевищують відповідні гігієнічні нормативи, періодично – нікель та селен, епізодично – нафтопродукти; 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. Таким чином, згідно з вимогами європейського законодавства найпроблемнішими показниками, що мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості за СанПиН 4630-88 та виявляються у понаднормативних концентраціях у водопровідних питних водах, слід вважати: нікель, селен та тригалогенметани (ТГМ), а у промислових регіонах через порушення вимог до утримання зон санітарної охорони поверхневих водозаборів, ще й формальдегід (на прикладі водопровідної води ТОВ «ЗМК «Запоріжсталь»).

Таким чином, проведені дослідження дозволяють стверджувати, що використання застарілих традиційних водоочисних технологій у сучасних умовах при незадовільному стані та якості води поверхневих джерел формує ряд ризиків впливу на здоров'я споживачів водопровідної питної води. Отримання питної води гарантованої якості на водопровідних станціях можливе за умови комплексного 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 діючих технологій підготовки питної води, що поступаються технологіям водоочистки розвинутих країн світу.

Сучаснішою новітньою технологією підготовки питної води з поверхневого джерела є технологія, яка вперше в Україні запроваджена в м. Алчевську для очищення солонуватої води з Ісаковського водосховища на р. Білій (рис. 4).

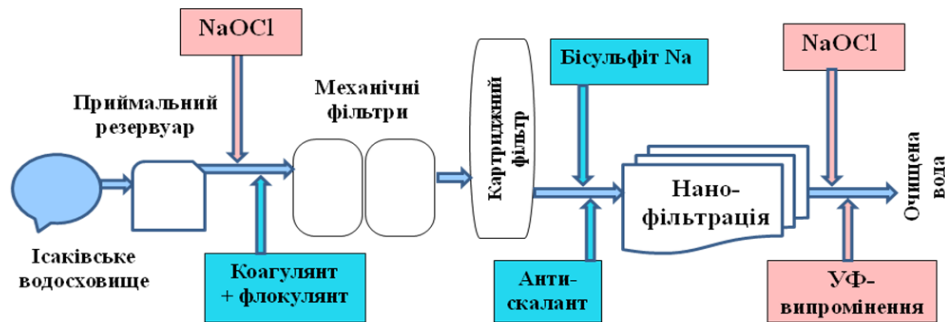


Рис. 4. Інноваційна технологія підготовки питної води з мінералізованої поверхневої водойми.

Ця технологія, окрім методів, що використовуються в традиційних технологіях очистки води з поверхневих джерел, включає в себе ще й баромембранні (нанофільтраційні установки), здатні забезпечити видалення з води надлишок мінеральних речовин. Технологія запропонована американською фірмою GE-OSMONICS та передбачала первинну обробку сирової води гіпохлоритом натрію, макрофільтрацію, коагуляцію на контактних префільтрах з антрацитом та кварцевим піском, фільтрування на 2-х ступеневих швидких фільтрах з піском та вугіллям, мікрофільтрацію на картриджних фільтрах (розмір комірок – не більше 5 мкм), опріснення на установках нанофільтрації (розмір комірок – не більше 0,01 мкм) та подвійне заключне знезараження гіпохлоритом натрію та УФ-випромінюванням.

Виконані нами дослідження були спрямовані на встановлення гігієнічної ефективності новітньої багатоступеневої з мембранним модулем водоочисної технології щодо забруднювачів мінералізованої поверхневої водойми та визначення її переваг у порівнянні з ефективністю застосованих традиційних технологій очищення поверхневих вод до вимог питної. Було встановлено, що за усіма хімічними та мікробіологічними показниками, рівні яких у вихідній воді в процесі її очистки обома технологіями зменшуються, на новітній технології ефекти очистки щодо цих показників були суттєво вищими. Особливо чітко це простежується на прикладі показника ПО. Так, якщо за традиційною технологією водоочистки ПО у питній воді здебільшого перевищує гігієнічний норматив 5,0 мг/л (ефект видалення органічних речовин – не більше 30-50 %), то після новітньої технології рівень ПО у питній воді становить 1-2 мг/л (ефект видалення – близько 80 %). На відміну від традиційної водоочисної технології, яка не розрахована на видалення з вихідної води суми солей та окремих її представників, баромембранна технологія при вмісті у природній воді сухого залишку на рівні 1200-1300 мг/л, солей жорсткості – 7,5-8,5 ммоль/л, сульфатів – 500-600 мг/л та ін. забезпечує їх видалення на 60-98 %, при якому їх концентрації у питній воді завжди є суттєво нижчими за допустимий рівень. При первинній обробці вихідної води великими дозами хлору (6-8 мг/л) токсичні хлорорганічні речовини у питній воді при використанні новітньої водоочисної технології визначаються у концентраціях нижчих за ГДК, навіть за особливо небезпечним хлороформом. Таким чином, результати досліджень дозволяють надати позитивну гігієнічну оцінку баромембранній водоочисній технології та рекомендувати використання таких технологій у підготовці питної води з поверхневих джерел, у тому числі з підвищеним солевмістом.

Також були проведені дослідження, спрямовані на обґрунтування можливості

використання в технології підготовки питної води з поверхневих джерел замість хлору реагентів на основі гуанідинових сполук, що, як вважають, володіють біоцидною активністю та флокулюючою дією. Розроблені на основі цих сполук дезінфекційні засоби широко використовуються в різних галузях народного господарства, проте можливість їх використання в технології підготовки питної води на річкових водопроводах до цього часу не обґрунтована.

В експериментальних дослідженнях використовували деснянську воду та різні солі ПГМГ, зокрема ПГМГ-ГХ, ПГМГ-Ф, ПГМГ-ГХ+Ф. Показано, що реагенти на основі ПГМГ при використанні для обробки природної води у дозах на рівні 0,5; 1,0; 1,5 мг/л після 3-х годин контакту (час перебування води у відстійниках на водопровідних станціях) за знезаражуючою дією не поступається хлору. У таблиці 4, як приклад, наводяться результати знезаражуючої дії ПГМГ на мікроорганізми при дозі 1,0 мг/л.

Таблиця 4

Вплив різних солей полігексаметиленгуанідину та хлорного вапна на мікробіологічні показники якості річкової 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

Примітка: * при застосованих дозах залишкова концентрація ПГМГ у воді не перевищувала гігієнічний норматив.

Як видно з таблиці 4, біоцидні ефекти, наприклад, щодо кишкової палички (колі-індекс) для усіх реагентів були приблизно однаково високими: для хлору – 98,5 %, для солей ПГМГ – 95,0-98,1 %. У зазначених дозах (0,5-1,5 мг/л) та часу контакту (3 години) ці реагенти призводять до зменшення у природній воді фонових рівнів ПО, кольоровості, каламутності – показників, що зазвичай використовуються для оцінки ефективності реагентної обробки, в середньому на 10-15 % відповідно. За ефектами щодо цих показників солі ПГМГ не поступаються зарубіжним флокулянтам (Floguat DB 45SSH, Floguat FL 45 C, Магнафлок LT-27), але, на відміну від них, проявляють високу антимікробну активність.

За фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, найкращі результати очистки досягаються при застосуванні солей ПГМГ у комбінації з коагулянтном сульфатом алюмінію (40-60 мг/л). Дослідженнями на експериментальній модельній системі, що відтворювала технологію підготовки питної води на водопровідних спорудах: природна вода → коагулянт сульфат алюмінію (40-60 мг/л) → флокулянт ПГМГ (1,0-1,5 мг/л) → відстоювання (3 години) → фільтрування через піщаний фільтр обґрунтовано можливість збільшення у два рази (з 1,5 мг/л до 3,0 мг/л) допустимої дози солей ПГМГ для обробки природної води. За такої технології досягається очищення вихідної води до вимог питної за усіма фізико-

хімічними та мікробіологічними показниками, а вміст в ній залишкових концентрацій ПГМГ не перевищує допустимий рівень.

Отже, результати досліджень свідчать, що солі ПГМГ, враховуючи їх високу ефективність щодо мікроорганізмів, здатність покращувати фізико-хімічні показники якості води, можуть використовуватися в технології підготовки питної води як флокулянти із знезаражуючою дією. В межах обґрунтованих доз солі ПГМГ можуть використовуватись здебільшого на начальному етапі технології водопідготовки. Будучи реагентами неокислювальної дії вони, на відміну від хлору, не призводять до утворення у воді небезпечних продуктів дезінфекції.

Підтвердженням цього припущення слугують результати проведеного нами 6-ти місячного хронічного санітарно-токсикологічного експерименту на білих щурах при споживанні питною водою, підготовленою за традиційною технологією з використанням ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф як флокулянтів та коагулянтів.

У першій серії токсикологічних досліджень піддослідні тварини отримували річкову питну 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. За зазначених доз залишкові концентрації ПГМГ у воді зовсім не визначались, були на рівні слідів або суттєво менші за ГДК.

Упродовж терміну токсикологічного експерименту щодня спостерігали за станом та поведінкою щурів піддослідних та контрольної груп, щомісячно проводилися гематологічні (вміст гемоглобіну, лейкоцитів, структура лейкограми), імунологічні (фагоцитарна активність моноцитів, показники клітинного імунітету) та біохімічні (показники білкового та вуглеводного обмінів, стан прооксидантно-антиоксидантної системи, ферментативна активність каталази) дослідження.

Результати проведених досліджень за загальним станом та поведінкою тварин, показниками функціонального стану гематологічних, імунологічних та біохімічних процесів в організмі піддослідних тварин стосовно контрольної групи не виявили токсичного впливу питної води, підготовленої за участю солей ПГМГ як флокулянтів. Невелике коливання окремих показників не виходило за рамки контролю та фізіологічної норми, зміни були статистично незначущими.

Дещо інша картина змін в організмі піддослідних тварин отримана в експерименті, в якому ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф використовували у водопідготовці як коагулянти. Їх дози для обробки вихідної води для двох реагентів були 10 та 15 мг/л, що призводило до їх надходження до питної води на рівнях, еквівалентних 1 та 5 ГДК відповідно.

Як у першій серії, споживання тварин питною водою проводили упродовж 6-ти місяців, дослідження змін в організмі тварин контролювали за біохімічними, гематологічними та імунологічними показниками. Щоденні спостереження за загальним станом та поведінкою тварин показали, що частина щурів піддослідних груп, що споживали питну воду з вмістом ПГМГ 5 ГДК, втрачали вагу, шерсть була настовбурчена, відмічалася діарея і порушення координації рухів.

Якщо порівнювати результати цього експерименту за участю ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф між собою, то видно, що за окремими гематологічними, біохімічними та імунологічними показниками зміни в організмі тварин, що споживали питну воду

з вмістом в ній ПГМГ на рівні 1 ГДК (іноді на 10-15 % більшому), були статистично достовірними стосовно контролю не упродовж всього часу спостереження (180 діб), а лише в окремі його періоди, що свідчить про непостійні прояви токсичної дії ПГМГ на рівні 1 ГДК (0,1 мг/л) та ненадійність цього нормативу для питної води, навіть при несуттєвому перевищенні допустимого рівня.

При споживанні щурів питною водою із вмістом обох реагентів на рівні 5 ГДК прояви токсичної дії ПГМГ на організм тварин були вираженішими та за окремими показниками (зменшення гемоглобіну, підвищення лейкоцитів, зменшення білку, зростання глюкози) реєструвалися вже на 30-60 добу експерименту та залишалися упродовж всього часу споживання (180 діб). Враховуючи, що за дози ПГМГ-ГХ та ПГМГ-ГХ+Ф за традиційною технологією водоочистки у питну воду надходять надлишки ПГМГ (5 ГДК), а споживання такою водою піддослідних тварин призводить за окремими токсикологічними показниками до змін в їх організмі, що свідчить про їх токсичну дію на тварин, використання в технології підготовки питної води цих реагентів як коагулянтів з гігієнічних позицій не може бути дозволено.

На підставі проведених досліджень у лабораторних та натурних умовах на водопровідних станціях м. Новоград-Волинський Житомирської області та КП «Житомирводоканал» рекомендовано дозу реагентів на основі солей ПГМГ для використання на водопровідній станції з традиційною технологією водоочищення, що відповідає дозам флокулянтів (0,5-3,0 мг/л), є безпечною, дозволяє скоротити кількість реагентів, що застосовуються, зменшити вміст хлорорганічних сполук у питній воді, потреби у коагулянті та хлорі.

У розділі 5 дана гігієнічна оцінка стану питного водопостачання та якості всіх видів питних вод, що використовуються в Україні.

Виявлено, що у 20 областях країни експлуатуються водопроводи із порушенням санітарних норм через: відсутність зон санітарної охорони (67,3 %), необхідного комплексу очисних споруд (18,2 %) та ефективного знезараження (24,4 %). Протягом 20-ти років відсутність зон санітарної охорони у комунальних, відомчих та сільських водопроводах зустрічається до 4-х разів частіше за інші зазначені порушення (рис. 5).

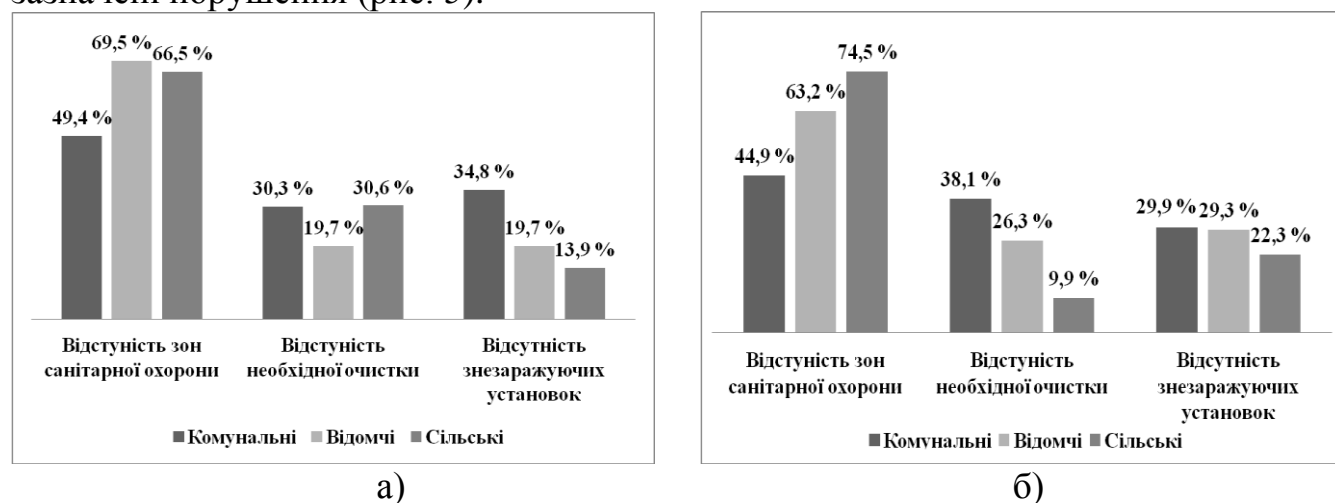


Рис. 5. Питова вага водопроводів з недотриманням санітарних норм та чинники порушень за даними 1993 р. (а) та 2014 р. (б).

У 19 областях водопроводи працюють з порушенням вимог до зон санітарної охорони, у Донецькій, Волинській, Миколаївській, Херсонській, Хмельницькій областях таких водопроводів серед досліджених > 90 %.

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. Кількість нестандартних проб води у комунальних, відомчих, сільських водопроводах у 2016 р. у порівнянні з даними 1993 р. за санітарно-хімічними показниками збільшилася (у 1,4; 1,7; 1,3 рази відповідно), за бактеріологічними зменшилася (у 1,7; 1,3; 1,3 рази відповідно). Протягом 2012-2016 рр. частота відхилень проб питної води від гігієнічних нормативів у водопровідних мережах збільшилася за бактеріологічними показниками у 2,3 рази, за санітарно-хімічними у 1,4 рази, насамперед, за рахунок санітарно-токсикологічних показників – у 2,1 рази (табл. 5).

Таблиця 5

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

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

На нашу думку, зазначені суттєві збільшення кількості нестандартних проб обумовлено впровадженням у 2015 р. жорсткіших вимог до якості питної води (для санітарно-токсикологічних показників), незадовільним санітарно-технічним станом водопровідних мереж та низькою ефективністю знезараження (для органолептичних та бактеріологічних показників).

Як свідчать дані таблиці 5, 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 за рахунок хлороформу – 36,6 % та нітратів – 4,9 %. Зокрема, хлороформ та інші ТГМ виявляються у водопровідних питних водах, виготовлених з поверхневих джерел питного водопостачання, а нітрати – з підземних вододжерел. Загалом у водопровідних питних водах з підземних джерел питного водопостачання виявляються нестандартні проби через 9 показників, що за кількістю областей, де вони визначаються у понаднормативних концентраціях, можливо розташувати у такий ряд: загальне залізо (16), загальна жорсткість (16) > сухий залишок (12) > нітрати (9), хлориди (9) > сульфати (7) > марганець (6) > фториди (5) > аміак (1). Серед зазначених показників, що мають понаднормативний вміст, 2 показника (нітрати та фториди) мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості (згідно з

СанПиН 4630-88) та відносяться до переліку показників, перевищення нормативів для яких згідно з Директивою 98/83/ЄС не дозволяється. Фториди (до 4,6 разів) та/або нітрати (до 3,6 ГДК) виявляються у комбінаціях разом з іншими вказаними вище забруднювачами.

Проблеми у сфері централізованого питного водопостачання є у всіх регіонах України та суттєво не вирішуються протягом 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. Слід зауважити, що на сьогодні з метою апроксимації вимог Директиви ЄС від 12.09.91 р. про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел, потрібно проаналізувати чинники вмісту нітратів у питних водах, конкретизувати об'єкти в аграрному секторі, що спричиняють відповідні забруднення, а потім змінити на цих об'єктах технології, що призводять до забруднення природних вод. 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.

За результатами проведених досліджень питома вага нестандартних проб питної води за санітарно-хімічними (33 %) та бактеріологічними (23 %) показниками із споруд нецентралізованого питного водопостачання більша, ніж із систем централізованого у 1,8 та 3,6 разів відповідно, із індивідуальних свердловин менша, ніж з колодязів – у 1,4 та 3,2 рази відповідно. Питома вага проб питної води, що не відповідають гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними та/або бактеріологічними показниками, більша за 50 %: у 5-ти областях та АР Криму (із індивідуальних свердловин), у 5-ти областях та м. Севастополь (із каптажів джерел), у 2-х областях, мм. Севастополь та Київ (у колодязях). Незважаючи на високий відсоток нестандартних проб за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками, що пояснюється забрудненням ґрунтових вод (через природні та антропогенні чинники) та невідповідним санітарним станом водозабірних споруд (передусім колодязів та каптажів джерел), вода з них здебільшого використовується без очищення та знезараження, що несе небезпеку для здоров'я споживачів.

До споруд нецентралізованого питного водопостачання відносяться також бювети, що забезпечують споживачів необробленими артезіанськими підземними водами з глибини 90-340 м. З-поміж досліджених вод 140 бюветів м. Києва 48 % не відповідали гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками. Бювети, де виявилася вода невідповідної якості, були розташовані у всіх 10-ти районах м. Києва. Більше 50 % бюветів у Дарницькому, Дніпровському та Деснянському, Подільському районах мали воду, що не відповідала гігієнічним нормативам. Найчастіше у водах з бюветів не відповідав гігієнічним вимогам один із показників (58 %), рідше – два (28 %), три (12 %) та найрідше – чотири (2 %). За частотою виявлення у понаднормативних концентраціях показники можливо розташувати у такий ряд: каламутність та загальна лужність > органолептичні показники >

загальна жорсткість > загальне залізо > хлориди > амоній. Всі зазначені показники, які мають понаднормативний вміст, відносяться до «індикаторних» згідно з Директивою 98/83/ЄС, для таких показників в європейському водному законодавстві, на відміну від нашого (ДСанПіН 2.2.4-171-10), не встановлюється постійний норматив, при достатньому науковому обґрунтуванні він може змінюватися. У деяких бюветних водах рівень каламутності (до 10,1 ГДК) та забарвленості (до 3,7 ГДК) значно перевищує норматив згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, що не може гарантувати безпечно постійне споживання питної води. Отже, найпроблемнішими показниками у водах з бюветів є органолептичні, що обумовлено конструкційними особливостями інженерної споруди та свідчить про необхідність кип'ятіння бюветної води перед її споживанням.

Через відсутність або дефіцит води питної якості кожного року деякі населені пункти переважно 8-11 областей України забезпечуються привізними питними водами в автоцистернах. За даними 2014-2016 рр. постійно забезпечувалися привізними питними водами населені пункти 8-ти областей: Запорізької, Дніпропетровської, Миколаївської, Одеської, Львівської, Херсонської, Полтавської та Івано-Франківської. Встановлено проблемні області, де у 2016 р. у порівнянні з 2015 р., виявилось збільшення населених пунктів, що забезпечуються привізною водою: Донецька, Дніпропетровська, Миколаївська. 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.

Протягом 10-ти років виробництво питної води поліпшеної якості, зокрема фасованої та з пунктів розливу комерційного призначення, стало в країні поширенішим. На підставі порівняльної оцінки нормативної документації та якості цих видів питної води, що виготовлялися у 2001-2007 рр. та 2013-2017 рр. встановлено, що ситуація із нормативним забезпеченням цієї галузі змінилася на краще після надання чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10. Моніторинг якості зазначеної питної води, що виготовлялася протягом 2013-2017 рр., свідчить про те, що 57 % проб не відповідають гігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками. Менше половини питної води цього виду виробляється шляхом доочищення водопровідної питної води. Така вода виготовляється невідповідної якості частіше (69 %), ніж з підземних джерел (49 %). Для підготовки питної води перед розливом у споживчу тару та тару споживача здебільшого використовуються багатомодульні системи, де основними ступенями обробки є знесолення на установках зворотного осмосу та знезараження УФ випромінюванням. На фоні високої ефективності очищення питної води за органолептичними показниками, вмістом солей, заліза, важких металів (90 % та більше) ці водоочисні системи не завжди забезпечують нормативну якість води стосовно хлорорганічних сполук (вміст суми ТГМ > 10 мкг/л, а іноді > 100 мкг/л) та сухого залишку (вміст < 100 мг/л). Отже, обробка питної води методом зворотного осмосу не гарантує відсутність в ній канцерогенних хлорорганічних речовин. Загалом у питній воді фасованій та з пунктів розливу найчастіше виявляється понаднормативний вміст: у доочищеній водопровідній – ТГМ та/або сухого залишку (< 100 мг/л), ПО, забарвленості, амонію

та нітратів, фенолів (рис. 6); у очищеній підземній воді – кремнію, сухого залишку (< 100 мг/л), забарвленості, нітратів та лужності, марганцю, водневого показника, загальної жорсткості, каламутності (рис. 7).

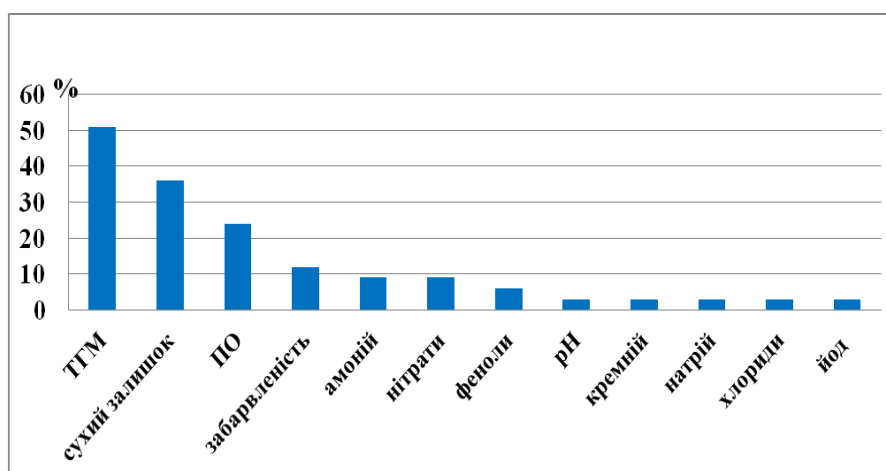


Рис. 6. Питома вага проблемних показників якості питної води фасованої та з пунктів розливу, виготовленої з питної водопровідної.

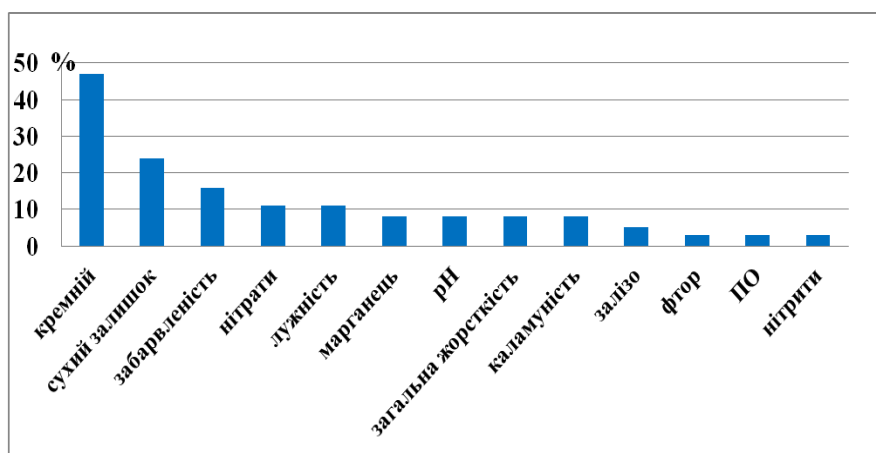


Рис. 7. Питома вага проблемних показників якості питної води фасованої та з пунктів розливу, виготовленої з підземних джерел.

Всього у досліджених пробах питної води не відповідали чинним в Україні гігієнічним вимогам: 16 показників (у питній воді із підземних джерел питного водопостачання), з-поміж яких 6 – Директиві 98/83/ЄС (нітрати, фториди та «індикаторні» – марганець, залізо, натрій, хлориди); 8 показників (у питній воді доочищеній водопровідній, виготовленій з поверхневих джерел питного водопостачання), з-поміж яких 3 – Директиві 98/83/ЄС (ТГМ та «індикаторні» – ІО, амоній). Загалом вміст 19 показників не відповідав чинним в Україні гігієнічним вимогам для води питної фасованої негазованої, а вміст 11 показників перевищував менш жорсткі нормативи для показників якості водопровідної питної води. З-поміж зазначених 11 показників 5 мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості за СанПиН 4630-88 (нітрати, фториди, ТГМ, кремній, натрій).

Аналіз якості питної води фасованої та з пунктів розливу, що розливається з комерційною метою, висвітлює чинники невідповідної її якості, до яких відносяться: забруднення вихідної води, відсутність попереднього моніторингу якості вихідної води згідно з вимогами законодавства (ДСанПіН 2.2.4-171-10), професійного підбору обладнання, державного контролю якості питної води та порушення санітарно-гігієнічних умов виробництва.

Загалом слід констатувати, що якість питної води, яка використовується населенням України, не повсюдно і не завжди відповідає нормативним вимогам згідно з чинним вітчизняним законодавством. Особливо це торкається фізико-хімічних показників якості питної води при централізованому та нецентралізованому питному водопостачанні з підземних джерел, води з яких практично не очищуються та віддзеркалюють її склад, який не завжди може відповідати питній якості; при централізованому водопостачанні з поверхневих джерел якість питної води цілком залежить від застосованих технологій очистки вихідної води, які у нас є застарілими і недостатньо ефективними щодо хімічних показників. Все це говорить про те, що проблема отримання якісної питної води в країні, на жаль, залишається, що потребує подальшої розробки та наукового обґрунтування інноваційних технологічних рішень з водопідготовки, нормативного забезпечення та контролю якості питної води.

У розділі 6 показано, що нормативно-правове забезпечення сфери питного водопостачання в Україні та країнах Європейського Союзу має суттєві розбіжності, зокрема, вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 не узгоджуються з вимогами Директиви 98/83/ЄС, через: відсутність 9-ти показників якості питних вод, з-поміж яких 3 санітарно-хімічні мають чинні гігієнічні нормативи в Україні у 100 разів менш суворі, ніж у Європі; менш жорсткі вимоги для показників епідемічної безпеки (для 2-х показників серед 5-ти, що зазначені у Директиві 98/83/ЄС для водопровідних питних вод, та 5-ти серед 7-ми – для фасованих питних вод), а також якості питних вод з колодязів та каптажів джерел у порівнянні з водопровідними (для 68 % показників); відсутність терміну «індикаторні показники», наявність часового обмеження (до 01.01.2020 р.) та менша кількість показників (у 2,2 рази), нормативи для яких можливо збільшувати у разі відсутності негативного впливу на здоров'я споживачів; інакші вимоги до правил з організації відбору проб для визначення якості питної води (періодичності та місць відбору проб, в яких встановлюється відповідність нормативам якості водопровідної та фасованої питної води); відсутність можливості використання для виробництва питної води вододжерел незахищених від забруднень шляхом застосування сучасних ефективних технологій; брак можливості тимчасового відхилення якості водопровідної питної води від нормативів за санітарно-хімічними показниками; відсутність вимог до якості технологічної води підприємств харчової промисловості та порядку контролю її якості; наявність окремих вимог до фасованої питної води, що може споживатися дітьми з перших днів життя та до трьох років; брак алгоритму здійснення інформування споживачів щодо стану питного водопостачання та якості питної води. З урахуванням встановлених розбіжностей в порівнювальних документах розроблено концептуальні підходи до гармонізації вітчизняної

нормативної бази щодо якості питної води з європейськими стандартами, що було трансформовано у проект нової редакції відповідних ДСанПіН.

У розділі 7 висвітлено наукове обґрунтування основних концептуальних підходів до вдосконалення нормативно-правової бази щодо якості питної води в умовах євроінтеграції з урахуванням місцевих умов.

Проведені нами дослідження дозволили виявити проблемні показники якості для всіх видів питних вод з метою удосконалення їх переліку у національному нормативному документі. Доведено, що 3 показника можливо виключити із чинного переліку показників згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, а 9 залишити, не дивлячись на їх відсутність у Директиві 98/83/ЄС. З-поміж проблемних показників для всіх видів питних вод виділено «індикаторні» згідно з вимогами європейського законодавства, для яких слід розробити методичні підходи з корегування нормативів. Зокрема, у Директиві 98/83/ЄС відсутній алгоритм прийняття рішень щодо безпечності питної води у разі наднормативного вмісту «індикаторних» показників, зазначене, насамперед, обумовило проведення подальшої роботи.

На нашу думку, основою у разі корегування нормативів для «індикаторних» показників 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). Результати проведених досліджень свідчать, що у водопровідних питних водах, виготовлених з поверхневих, найпроблемнішим «індикаторним» показником є ПО, а у разі корегування нормативу цього показника процедура оцінки ризиків ускладнюється через забруднення вододжерел токсичними речовинами антропогенного походження та неможливість їх диференціації. Запропоновано у разі прийняття рішення щодо можливості корегування нормативу ПО у питній воді, виготовленій з поверхневої, визначати токсичність питної води у кожному водопроводі, використовуючи для цього систему біотестів, що базується на відомому принципі підбору чутливих до хімічних речовин гідробіонтів, та використовувати корегувальні коефіцієнти (від 1,2 до 2,0) до державного нормативу ПО у питній воді (5 мг/л). Корегування нормативу цього показника слід проводити за наступних умов: впровадження методу з мінімізації вмісту хлорорганічних сполук у питній воді, забезпечення відповідного санітарного стану трубопроводів та споруд шляхом їх дезінфекції за графіком та у випадку необхідності, а також жорсткішого контролю якості питної води за небезпечними речовинами, якщо існує потенціальний ризик забруднення ними питної води, відповідно до результатів моніторингу водного об'єкту. Зі свого боку водне природоохоронне законодавство повинно бути регулятором з мінімізації можливого забруднення джерел питного водопостачання речовинами антропогенного походження.

Отже, моніторинг якості питної води базується на результатах моніторингу якості води вододжерела та є одним із заходів вчасного вживання превентивних дій для реалізації захисту права споживачів на якісну питну воду. В європейському документі регламентовано єдині вимоги до порядку проведення моніторингу якості всіх видів питних вод, в українському – надані вимоги до виробничого контролю,

що мають свої відмінності для різних видів питних вод. Порівняльна оцінка зазначених вимог у двох документах дозволила виявити між ними розбіжності у наступних характеристиках: мета досліджень, місце розташування основних пунктів відбору проб, порядок проведення досліджень та періодичність відбору проб. Порівняльний аналіз періодичності відбору проб для визначення якості водопровідної питної води за мікробіологічними та органолептичними показниками згідно з вимогами Директиви 98/83/ЄС та ДСанПіН 2.2.4-171-10 показав наступне. 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 $\leq 120\,000\text{ м}^3/\text{добу}$ частота відбору проб в Україні більша, ніж у мережі в Європі; сумарно перед надходженням у мережу та у ній у разі продуктивності водопроводу $< 521\,500\text{ м}^3/\text{добу}$ частота відбору проб в Україні більша, ніж у мережі в Європі. Опираючись на положення Директиви 98/83/ЄС, де зазначено, що заходи з імплементації цього документу не повинні негативно впливати на якість питної води, для максимального зниження ризику подачі неякісної водопровідної питної води запропоновано в оновленому національному нормативному документі залишити чинну на сьогодні періодичність її виробничого контролю після очищення (перед надходженням у мережу) за пріоритетними показниками (мікробіологічними та органолептичними), що відсутні у Директиві 98/83/ЄС (поетапне підвищення до 365 проб/рік).

Моніторинг якості питної води згідно з Директивою 98/83/ЄС проводиться з метою демонстрації її відповідності нормативним вимогам та інформування споживачів. Результати анкетного опитування споживачів водопровідної питної води показали відсутність в Україні діючого механізму інформування споживачів щодо якості питних вод. Проаналізовано відповіді респондентів на наступне запитання: «З якими показниками Ви пов'язуєте низьку якість питної води?». Хоча за результатами наших досліджень спектр проблемних показників якості водопровідних питних вод достатньо високий, 99 % респондентів при її оцінці опираються лише на показники, що характеризують її якість за допомогою органів чуття (зір, нюх, смак) (рис. 8).

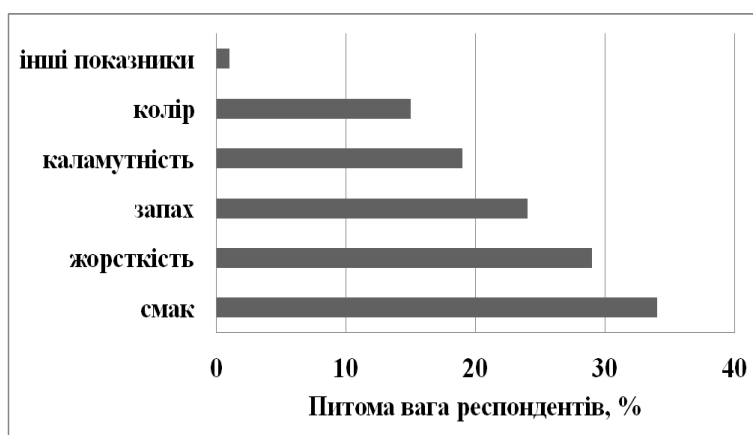


Рис. 8. Показники якості водопровідної питної води, з якими респонденти пов'язують її низьку якість.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ споживачам питної води слід надавати інформацію про якість питної води та її вплив на здоров'я, спираючись на розроблені правила подання. Систематизовано умови надання інформації споживачам та надано алгоритми їх інформування про якість питної води, що мають свої відмінності у разі понаднормативного вмісту показників 3-х різних груп: «індикаторних», епідемічної безпеки (крім «індикаторних») та всіх інших (алгоритми наведено в основному тексті дисертації). Запропоновано уніфіковані форми надання інформації споживачам: у разі заборони використовувати воду («Не використовувати для пиття, приготування їжі, чищення зубів, купання та прання тощо») та необхідності обмеженого її використання («Кип'ятити перед вживанням, приготуванням їжі, чищенням зубів, частіше проводити миття та дезінфекцію санітарної техніки», «Не використовувати для пиття, приготування їжі та чищення зубів. Можливо використовувати для купання та в унітазах» тощо).

У разі заборони використання водопровідної питної води слід надавати перевагу такому виду питного водопостачання, що дає можливість забезпечувати споживачів питною водою без обмеження її кількості (мобільні установки для очищення води), однак в Україні використовують привізні води у ємностях. За даними проведених досліджень систематизовано привізні питні води залежно від якості питної води та виду тари для транспортування споживачеві. Виявлено, що у ДСанПіН 2.2.4-171-10 регламентовано вимоги до якості питної води, яка розливається з комерційною метою у особисту тару споживачів з мобільних пунктів розливу (автоцистерн) або доставляється споживачеві у тарі багаторазового використання у вигляді фасованої. Отже, український нормативний документ слід доповнити вимогами до якості привізної питної води, яка доставляється у разі браку вільного доступу населення до якісної питної води та повинна відповідати якості водопровідної.

За результатами проведених досліджень встановлено, що з-поміж 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 (< 100 мг/л) через застосування зворотного осмосу, що заборонено ДСанПіН 2.2.4-171-10. Зазначена ситуація складалася через: економічну доцільність, необізнаність споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я питної води відповідного складу та відсутність державного контролю якості питних вод. Аналіз ряду Директив ЄС щодо виробництва різних видів бутильованих вод показав, що в Європі не використовується політика «заборон», надається перевага інформуванню споживачів щодо негативного впливу на їх здоров'я харчової продукції. Запропоновано застосувати саме такий підхід щодо виробництва питних вод поліпшеної якості з низьким вмістом мінеральних речовин після знесолення. Зокрема, у разі сухого залишку менше за 100 мг/л слід інформувати споживачів щодо наслідків негативного впливу такої води на їх здоров'я у випадку постійного споживання.

Аналіз нормативних документів різних країн світу з виробництва бутильованих вод показав, що цими документами передбачено виробництво відповідних вод для дитячого харчування (природних мінеральних та для

приготування дитячого харчування) через наступні два чинники, а саме виробництво: природних мінеральних вод, якість яких не регламентується за вмістом мінеральних та деяких інших речовин (Директива 2009/54/ЄС), та сухих сумішей для приготування дитячого харчування, що потребують спеціальних вод для розведення (СанПіН 2.1.4.1116-02). На підставі проведених досліджень доведено необхідність вилучення з чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 окремі вимоги до фасованих питних вод, що можуть споживатися дітьми з перших днів життя та до трьох років. Отже, у новій редакції зазначеного документу слід врахувати поновлені класифікації питних вод привізних і поліпшеної якості комерційного призначення.

Таким чином, підвищення якості послуги з питного водопостачання в умовах євроінтеграції повинно здійснюватися шляхом комплексного вирішення низки проблем з урахуванням місцевих умов, що стосуються: впровадження ефективного природоохоронного законодавства, зокрема водного, підвищення забезпеченості випробувальних лабораторій, використання нових та удосконалення застарілих технологій водоочищення, здійснення комплексного моніторингу якості природних і питних вод та інформування споживачів за його результатами тощо.

ВИСНОВКИ

У дисертаційні 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 разів) та забарвленість (у 1,5 разів). 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 б'юветів 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 б'юветів 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 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 (*автором проаналізовано літературу, частково проведено набір даних та їх узагальнення*).

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 (*автором проаналізовано літературу, організовано і проведено набір даних, частково їх узагальнення*).

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 *(автором проаналізовано літературу, узагальнено отримані дані)*.

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 *(автором проаналізовано літературу, організовано і частково проведено набір даних та їх узагальнення)*.

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 *(автором проаналізовано літературу, частково узагальнено отримані дані)*.

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 *(автором проаналізовано та частково узагальнено отримані дані)*.

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 *(автором проаналізовано літературу, організовано і частково проведено набір даних та їх узагальнення)*.

– 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 *(автором проаналізовано літературу, організовано і проведено набір даних, частково узагальнено отримані дані)*.

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 *(автором проаналізовано літературу, організовано і проведено набір даних та їх узагальнення)*.

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 (автором частково проведено набір даних та їх узагальнення).

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 (автором проаналізовано літературу, частково проведено набір даних та їх обробку, частково узагальнено отримані дані).

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 (автором проаналізовано літературу, організовано і проведено набір даних та їх узагальнення).

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 (автором проаналізовано літературу та частково узагальнено отримані дані).

21. Зорина О. В. Научное обоснование совершенствования порядка экологического 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. Зорина О. В. Сучасні методи знезаражування води // Монтаж + Технологія. 2008. № 2. С. 34-36.

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

28. Зорина 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. Зорина О. В. Нормативно-правове забезпечення в сфері питного водопостачання в Україні // СЕС і профілактична медицина. 2011. № 3. С. 14-17.

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

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

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

33. Прокопов В. О., Зорина 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., Зорина 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. Зорина О. В. Реагент нового покоління // Управдом. 2017. № 4. С. 26-27.

36. Зорина 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., Зорина 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 марзєєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2007. Вип. 7. С. 15-16.

38. Прокопов В. А., Зорина 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://mirznaniy.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 марзєєвські 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 марзєєвські 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 // Проблемы 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 // Проблемы 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.

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 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, ЄС 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 з питань водозабезпеченості та водоспоживання населення.

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

АННОТАЦИЯ

Зорина О. В. Гигиенические проблемы питьевого водоснабжения Украины и пути их решения в условиях евроинтеграции. - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.02.01 «гигиена и профессиональная патология» (биологические науки) - ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМНУ», Киев, 2019.

В диссертационной работе на основании обобщения результатов научного анализа современного состояния питьевого водоснабжения, качества воды р. Днепр - основного источника водоснабжения в Украине, эффективности действующих и новых технологий и реагентов для очистки питьевых вод, гигиенической оценки всех видов питьевой воды, потребляемой населением, сравнительной оценки нормативных документов в этой сфере Украины, ЕС и других стран предложены меры по улучшению питьевого водоснабжения в стране в условиях евроинтеграции с целью сохранения жизни и здоровья людей. Научно обоснованы приоритетные гигиенические проблемы в области водоснабжения и качества питьевой воды и определены пути их решения, направленные на совершенствование нормирования, очистки, контроля, оценки качества питьевых вод, мониторинга и принятия управленческих решений по вопросам водообеспеченности и водопотребления населения.

Ключевые слова: днепровская вода, технологии водоподготовки, полигексаметиленгуанидин, централизованное и нецентрализованное водоснабжение, токсикологический эксперимент, питьевая вода, нормативное обеспечение.

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. Marzieiev 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.

Approaches to the improvement of the system of complex monitoring of the surface and drinking water have been scientifically substantiated. These approaches will make possible to optimize this process. A high content of phosphates, iron, manganese, and organic substances in the water of the Dnipro river in the spatial-and-temporal section is demonstrated, which indicates a natural and anthropogenic contamination and will lead to the potential problems with the contamination of tap drinking water made of the Dnipro water. The scientific analysis of the technological solutions used to provide consumers with the tap drinking water made of water from the Dnipro river has shown that the use of the traditional technologies under modern conditions forms a number of risks to the health of the consumers of tap drinking water which need to be minimized by the introduction of the effective legislation on the protection of water sources from the contamination and the introduction of the innovative technologies of water purification at the water supply stations.

There is a positive hygienic evaluation of the latest technology with the use of the reagent, mechanical-and-sorption, and nanofiltrative purification of the surface brackish water, first of all, from permanganate oxidation (by about 80 %) and dry residue (by about 60 %) under conditions of water supply station. The efficiency of the use of different salts of polyhexamethyleneguanidine (PHMG) (chloride, phosphate, chloride + phosphate) in different doses corresponding to the doses of traditional coagulants (10-15 mg/l) and flocculants (0.5; 1.0; 3.0 mg/l) was determined in the laboratory and field research. 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 condition of the experimental animals and didn't lead to the changes in hematological, immunological, and biochemical parameters, but 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.

Due to the use of outdated technologies of water purification at the water supply stations and increase of the requirements to drinking water quality in 2015, against the background of the intensive contamination 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. By the 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 1.8 and 3.6 fold more than from the systems of centralized drinking water supply, respectively. By means of the questionnaire survey of the population in the different regions of Ukraine, the absence of a current reporting mechanism for the consumers about the quality of drinking water quality in Ukraine was proved. The basic unified forms for the reporting of the consumers in case of the prohibition or restriction of the use of tap drinking water were developed. The conditions for the providing of the information to the consumers have been systematized.

It is shown that among the investigated samples of drinking water of improved quality, which is poured for commercial purposes (bottled, from bottling points) or selected from the pump-rooms of Kyiv, 57 % and 48 %, respectively, do not meet the hygienic requirements of the sanitary-and-chemical indicators. An inappropriate drinking water quality from the commercial bottling and bottling points is caused by the excess levels of organic and mineral substances, i.e. pollution of outlet water, lack of preliminary monitoring of the quality of outlet 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 European standards for drinking water quality revealed the major differences in: the sphere of the use of the document, the list of regulated indicators of 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. 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, has been developed on the basis of the principles of the Directive 98/83/EC and performed research.

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

**Підписано до друку 09.11.2019 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 1,9
Друк різнограф. Тираж 140 прим. Зам. № 0911/01.**

**Надруковано ФОП Гузік О.М.
Податковий номер №2705814113
м. Київ, вул.Богдана Гаврилишина, 16
Тел.: 338-16-61.**