

УДК 614.777:628.112:351.77

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.140861

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДОПРОВІДНИХ ПИТНИХ ВОД ЗА САНІТАРНО-ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ЇХ ОЦІНКИ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗАКОНОДАВСТВА

© О. В. Зоріна, С. В. Протас

Мета. Провести гігієнічну оцінку якості водопровідних питних вод, що виготовляються з води річки Дніпро, щодо рівнів вмісту санітарно-хімічних показників та удосконалити науково-методологічні підходи до їх оцінки за відповідними індикаторними показниками з урахуванням вимог європейського законодавства.

Матеріали та методи. Проаналізовано матеріали КП «Дніпроводоканал», КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), КП «Бердянськводоканал», КП «Облводоканал» щодо технологій водоочищення, якості вихідних та водопровідних питних вод за 2015–2017 рр. Проаналізовано вимоги нормативних документів – ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та Директиви 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 р. щодо води, призначеної для споживання людиною. При проведенні досліджень використані методи: гігієнічного моніторингу, експертної оцінки та математичної статистики.

Результати. Виявлено, що на досліджуваних водопровідних станціях, де очищують воду річки Дніпро, технології водоочищення відрізняються застосуванням різних споруд (2 види) і засипок для швидких фільтрів (7 видів), а також наявністю преамонізації, флокуляції, коагуляції, видом хлорвміщуючого реагенту (рідкий хлор або гіпохлорит натрію), маркою гідроксихлориду алюмінію. У питних водах виявлялися перевищення наступних 9-ти індикаторних санітарно-хімічних показників: каламутність, забарвленість, смак, перманганатна окиснюваність (ПО), амоній, водневий показник, алюміній, залізо, марганець. Найпроблемнішим показником є ПО, кількість нестандартних проб питної води за його вмістом у питних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» - 100 %, КП «Бердянськводоканал» - 19,4 %. Максимальне перевищення нормативу щодо ПО (5 мг/л) у порівнянні з іншими показниками було найбільшим (у 2 рази). Інші показники виявлялися періодично, у різних пробах питних вод та концентраціях, що не перевищували тимчасово встановлені максимальні значення нормативів (чинні до 01.01.2020 р.), або епізодично та несуттєво перевищували нормативи. Встановлено, що технології очищення питних вод, що застосовувалися на КП «Дніпроводоканал» (КНФС, ЛНФС), ефективніші щодо поліпшення ПО за технології на КП «Водоканал» (майже у 2 рази), та менш ефективні за ту, що передбачає послідовне очищення питної води на станціях КП «Облводоканал» та КП «Бердянськводоканал» (у 1,2 та 1,3 рази відповідно). Якість вихідної води на водопровідних станціях за вмістом органічних речовин у більшості відібраних проб відповідала 2-му та 3-му класу за ДСТУ 4808:2007. Результати проведених досліджень якості питних вод 6-ти водопровідних станцій свідчать також про наявність 7-ми проблемних показників (хлороформ, дибромхлорметан, хлор, нікель, селен, феноли та нафтопродукти), понаднормативний вміст 4-х з них свідчить про антропогенне забруднення води р. Дніпро. Згідно з вимогами європейського законодавства, враховуючи понаднормативний вміст у вихідній воді, можливо прийняти рішення щодо підняття нормативу для ПО у питній воді, виготовленій з дніпровської води, але за визначених науково обґрунтованих умов у кожному конкретному випадку. Імплементация європейського водного законодавства в Україні буде сприяти виходу з кризи у сфері питного водопостачання. Для цього ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» слід доповнити: поняттям «індикаторних» показників, показником (електрична провідність), а також орієнтовними максимальними значеннями нормативів, що відповідатимуть чинним до 01.01.2020 р. згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10. З урахуванням зазначеного на сьогодні розроблено нову редакцію ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Висновки.

1. Підтверджено, що для очищення поверхневих вод на водопровідних станціях використовуються застарілі традиційні технології, через що у питних водах може знаходитися безперервно хлороформ (у концентраціях від 1,8ГДК до 4,7ГДК), періодично дибромхлорметан (до 3 ГДК) та хлор зв'язаний (до 1,1 ГДК).
2. Виявлено, що якість водопровідної питної води, що виготовляється з води р. Дніпро, не відповідає гігієнічним вимогам за 9-тьма індикаторними показниками: каламутність, забарвленість, смак та присмак, ПО, амоній, водневий показник, залізо, алюміній, марганець. У порівнянні з іншими зазначеними показниками ПО має найбільші перевищення нормативу (5 мг/л) (у 2 рази) та кількість нестандартних проб (100 %).
3. На фоні понаднормативного вмісту органічних речовин у воді досліджуваних питних водозаборів р. Дніпро виявлено антропогенне забруднення такими речовинами як: нікель, селен, феноли та

нафтопродукти. Ці речовини можуть постійно або періодично виявлятися у водопровідних питних водах, у тому числі, у концентраціях більших за ГДК.

4. Встановлено, що згідно з вимогами законодавства у чинні ДСанПіН 2.2.4-171-10 слід внести зміни щодо оцінки якості питних вод за індикаторними показниками. Визначено основні принципи та критерії оцінки, що слід брати до уваги компетентним органам у разі необхідності корегування нормативів для індикаторних показників.

Ключові слова: індикаторні показники, водопровідна питна вода, перманганатна окиснюваність, водопровідні станції

1. Вступ

Після набрання чинності Угоди про асоціацію Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС у встановлені терміни, надати об'єктивну оцінку стану питного водопостачання та можливих шляхів його поліпшення для планування подальшої модернізації цієї сфери за рахунок інвестицій. Дана робота виконувалася на виконання проекту "Підтримка України в апроксимації європейського законодавства" («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis») «APENA проєкт» з метою імплементації в Україні Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною (зі змінами 2015 року).

2. Літературний огляд

Переважає більшість населення України (близько 75 %) використовує для господарсько-питних потреб очищену річкову воду Дніпра, що характеризується високим вмістом органічних речовин через геологічні особливості будови гідрологічної мережі України. Сезонні погіршення якості річкової води за органічною компонентою здійснюються за рахунок збільшення важкоокиснюваних речовин, до яких відносяться, у першу чергу, гумусові [1, 2]. Разом з органічними речовинами через вищезазначені чинники у річкову воду надходять і мінеральні, наприклад, залізо, марганець тощо [3]. Значні кількості органічних речовин та марганцю надходять у поверхневу воду також через розклад залишків тварин та рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей та вищої водної рослинності [4]. Органічні та деякі інші речовини частково затримуються традиційними спорудами водопровідних станцій та транзитом надходять до питної води [5]. Самі по собі органічні речовини природного походження не несуть небезпеку для здоров'я споживачів. Однак, річкова вода може бути забруднена органічними речовинами як природного, так і антропогенного походження [6]. Крім того, у разі понаднормативного вмісту органічних речовин у природній воді під час її хлорування у питній воді утворюється понаднормативний вміст токсичних побічних продуктів дезінфекції [7, 8]. Органічні речовини у питній воді також можуть сприяти біобростанню водопровідних споруд і розподільних мереж та вторинному забрудненню питної води у результаті мікробного росту [9, 10].

Враховуючи зазначене, у Директиві 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, перманганатна окиснюваність (ПО) та ще 14 фізичних та хімічних показників якості питних вод віднесено до індикаторних, нормативи для яких можуть бути збільшені компетентним органом до рівнів (не

зазначені у документі), що гарантуватимуть безпечне споживання питної води.

Подібний підхід застосовували ще у СРСР для 6 санітарно-хімічних показників. Було лише бажано мінімізувати концентрацію, наприклад, загального заліза у питній воді до 0,3 мг/л. Залізо у більших концентраціях сприяє розмноженню залізобактерій у водопровідних мережах, що погіршують каламутність та інші органолептичні показники якості питної води та можуть руйнувати матеріал водопровідних труб і споруд. Отже, норматив для заліза 0,3 мг/л був лише профілактичним заходом з метою стабілізації якості питної води, максимальним значенням нормативу вважали – 1,0 мг/л [10]. У чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» подібних показників 9, однак підвищення їх нормативів можливе лише до 01.01.2020 р. за визначених умов до вказаних максимальних значень.

На сьогодні в Директиві 98/83/ЄС та Україні відсутній алгоритм прийняття рішень щодо безпечності питної води у разі наднормативного вмісту індикаторних показників, зазначене, насамперед, обумовило проведення цієї роботи.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – провести гігієнічну оцінку якості водопровідних питних вод, що виготовляються з води річки Дніпро, щодо вмісту санітарно-хімічних показників та удосконалити науково-методологічні підходи їх оцінки за відповідними індикаторними показниками з урахуванням вимог європейського законодавства.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати технологічні підходи, що використовуються для очищення води річки Дніпро.

2. Встановити перелік санітарно-хімічних індикаторних показників якості водопровідних питних вод, що не відповідають гігієнічним вимогам, та рівні їх невідповідності з урахуванням вимог Директиви 98/83/ЄС.

3. Виявити проблемні санітарно-хімічні показники якості водопровідних вод централізованих систем питного водопостачання водоканалів (крім індикаторних).

4. Запропонувати шляхи удосконалення науково-методологічних підходів оцінки якості питних вод за індикаторними показниками.

4. Матеріали та методи

Проаналізовано матеріали КП «Дніпроводоканал», КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), КП «Бердян-

сьководоканал», КП «Облводоканал» щодо технологій водоочищення, якості вихідних та водопровідних питних вод за 2015–2017 рр.

Проаналізовано вимоги нормативних документів – ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною. Методи, що були використані: санітарно-хімічні, гігієнічного моніторингу, експертної оцінки, математичної статистики.

5. Результати досліджень та їх обговорення

Результати проведених досліджень щодо порівняльної оцінки технологічних прийомів обробки водопровідних питних вод та якості вихідних та питних вод після 6-ти водопровідних очисних споруд, що використовують в якості вихідної воду р. Дніпро, показали наступне.

На досліджуваних водопровідних станціях використовують наступні водопровідні споруди: мікрофільтри, змішувачі, камери реакції, горизонтальні відстійники, контактні освітлювачі, швидкі фільтри, РЧВ (табл. 1).

Як можна бачити у табл. 1, технології, що використовують на водопровідних станціях, відрізняються наявністю мікрофільтрів, спорудами для проведення коагуляції та освітлення. Зокрема, використовують камери утворення пластівців зі зваженим осадом та горизонтальні відстійники або контактні освітлювачі, а також швидкі фільтри з різними засипками.

На досліджуваних водопровідних станціях використовують наступні традиційні реагенти для обробки питної води: рідкий хлор, гіпохлорит натрію, сульфат амонію, сульфат алюмінію, гідроксихлорид алюмінію, флокулянти з групи поліакриламідів (табл. 2).

Таблиця 1

Водопровідні споруди, що використовуються на водопровідних станціях

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

Примітка: 1 – КП «Облводоканал»; 2 – КП «Бердянсьководоканал»; 3, 4 – два блоки очищення Ломівської НФС КП «Дніпроводоканал»; 5, 6, 7 – три блоки очищення Кайдакської НФС КП «Дніпроводоканал»; 8, 9, 10 – три блоки очищення блоку очисних споруд № 1 ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя); 11 – блок очисних споруд № 2 ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя)

Таблиця 2

Реагенти, що використовуються на водопровідних станціях

Назва методу обробки	Реагент	1	2	3	4	5	6
Преамонізація	сульфат амонію					+	+
Первинне хлорування	рідкий хлор	+		+	+	+	+
	гіпохлорит натрію		*				
Коагуляція	сульфат алюмінію,	*	*	*		+	+
	гідроксихлорид алюмінію «Pro-AQUA»™			+	+	+	+
	гідроксихлорид алюмінію «ПОЛВАК»™			+	+		
Флокуляція	флокулянт «EXTRAFLOCK» виробництва «ПХЗ Коагулянт»			+	+		
Вторинне хлорування	гіпохлорит натрію		+				
	рідкий хлор	+		+	+	+	+

Примітка: 1 – КП «Облводоканал»; 2 – КП «Бердянсьководоканал»; 3 – Ломівська насосно-фільтрувальна станція КП «Дніпроводоканал»; 4 – Кайдакська насосно-фільтрувальна станція КП «Дніпроводоканал»; 5 – ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), блок очисних споруд № 1; 6 – ДВС-1 КП «Водоканал» (м. Запоріжжя), блок очисних споруд № 2; * – реагенти використовуються за необхідності

Як можна бачити у табл. 2, технології, що використовують на водопровідних станціях, відрізняються наявністю преамонізації, флокуляції, коагуляції, видом хлорвміщуючого реагенту, маркою гідроксихлориду алюмінію та передбачають знезараження питної води здебільшого рідким хлором.

На досліджуваних 6-ти водоканалах кількість санітарно-хімічних показників, що контролюється у питній воді, коливає від 17 до 50 (мінімальна кіль-

кість згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 – 42), переважна їх більшість характеризує мінеральний склад.

За результатами проведених досліджень у водопровідних питних водах періодично або епізодично виявляються перевищення наступних 9-ти індикаторних санітарно-хімічних показників: каламутність, забарвленість, смак та присмак, ПО, амоній, водневий показник, алюміній, залізо, марганець (табл. 3).

Таблиця 3

Проблемні індикаторні санітарно-хімічні показники якості водопровідних питних вод, виготовлених з води р. Дніпро

Показник	Одиниця виміру	Максимальний вміст у питній воді	Норматив		
			ДСанПіН	проект нової редакції ДСанПіН	Директива
Смак та присмак	бали	3	≤2	≤2	**
Каламутність	НОК	3,5	≤1 (2,6)*	≤2,6***	** ***
Забарвленість	град.	31	≤20 (35)*	≤20	**
Водневий показник	Одиниці рН	8,62	6,5–8,5	6,5–9,0	6,5–9,5
Амоній	мг/л	0,98	≤0,5 (2,6)*	≤0,5	≤0,5
Залізо	мг/л	0,25	≤0,2 (1,0)*	≤0,2	≤0,2
Марганець	мг/л	0,25	≤0,05 (0,5)*	≤0,05	≤0,05
Алюміній	мг/л	0,5	≤0,2 (0,5)*	≤0,2	≤0,2
ПО	мг/л	9,9	≤5,0	≤5,0	≤5,0

Примітка: * – норматив, зазначений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 01.01.2020 р. в окремих випадках, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу; ** – прийнятні для споживачів та без аномальних змін; *** – у разі обробки поверхневої води, слід прагнути знижувати вміст каламутності у питній воді після обробки до ≤1,0 НОК

Як можна бачити у табл. 3, серед зазначених 9-ти показників тільки 4 (смак, каламутність, рН, ПО) перевищували максимальні значення нормативів згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, що чинні до 01.01.2020 р. Серед вказаних 4-х показників три показника (смак, каламутність, водневий показник) виявлялися лише епізодично (у різних пробах питних вод та різні роки). Понаднормативний вміст ПО було виявлено у питних водах, що надходили у розподільну мережу, після всіх 5-ти водопровідних очисних споруд. Перевищення нормативу за цим показником було найбільшим – у 2 рази (табл. 4).

Як можна бачити у табл. 4, у питній воді КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» навіть мінімальний та середній вміст ПО був більшим за норматив (5,0 мг/л). Виявлено кількість нестандартних проб питної води за вмістом ПО у питних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» протягом 2015–2017 рр. – 100 %, КП «Бердянськводоканал» – 19,4 %. Якість питних вод КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал» щодо вмісту ПО протягом 3-х років збігалася (табл. 5).

Загалом якість питної води після споруд КП «Бердянськводоканал» краща за якість інших питних вод майже у 2 рази через те, що технологія її очищення передбачає два етапи – на очисних спорудах КП «Облводоканал» перед транспортуванням по Західному груповому водоводу та КП «Бердянськводоканал» перед надходженням до споживачів, а та-

кож через кращу якість річкової води у місці водозабору (табл. 6).

Як можна бачити у табл. 6, середній вміст ПО у вихідній воді КП «Дніпроводоканал» у 1,2 рази більший, ніж у воді КП «Водоканал» та у 1,6 разів, ніж у вихідній воді КП «Облводоканал». Якість річкової води за вмістом ПО у більшості відібраних проб відповідала 2-му та 3-му класу якості за ДСТУ 4808:2007. Зокрема, відповідала 3-му класу якість 67 % проб КП «Дніпроводоканал» та 2-му класу – 75 % проб КП «Водоканал» та 100 % проб КП «Облводоканал». За вмістом ХСК якість річкової води відповідала 2-му класу якості та була подібна на станціях КП «Водоканал» та КП «Дніпроводоканал». Забарвленість у вихідній воді на станції КП «Дніпроводоканал» була гіршою за цей показник у вихідній воді КП «Облводоканал» майже у 2 рази, КП «Бердянськводоканал» – 3 рази, КП «Водоканал» – 1,6 разів. На станції КП «Облводоканал» якість 58 % проб води відповідала 2-му класу, інші 1-му; на інших станціях 2-му класу якості за ДСТУ 4808:2007.

Отже, вихідна вода КП «Дніпроводоканал» мала найгіршу якість щодо вмісту органічних речовин у порівнянні з дослідженими водами інших водозаборів. Різні значення коефіцієнтів забарвленості (забарвленість÷ПО) [11, 12] можуть свідчити також про різницю у якісному складі органічних речовин у вихідних водах КП «Дніпроводоканал» та КП «Водоканал».

Таблиця 4

Середньорічний вміст ПО у водопровідних питних водах у різні роки

Рік	Вміст у питних водах, мг/л		
	min	max	med, M±m, n=12
КП «Бердянськводоканал»			
2017	3,52	4,96	4,58±0,13
2016	4,0	6,16	5,16±0,20
2015	5,4	6,16	5,73±0,07
КП «Дніпроводоканал» Ломівська насосно-фільтрувальна станція			
2017	7,84	9,57	8,57±0,17
2016	6,78	8,65	7,64±0,21
2015	6,04	8,98	7,71±0,3
Кайдакська насосно-фільтрувальна станція			
2017	8,6	9,9	9,15±0,15
2016	6,1	8,7	7,37±0,21
2015	6,4	9,8	7,68±0,3
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1 блок очисних споруд № 1			
2017	7,2	9,9	8,69±0,23
2016	5,1	9,8	7,04±0,35
2015	6,0	9,2	7,61±0,29
блок очисних споруд № 2			
2017	7,6	9,6	8,73±0,19
2016	5,3	9,7	7,1±0,4
2015	6,0	8,9	7,6±0,3

Примітка: min – мінімальний, max – максимальний, med – середній вміст

Таблиця 5

Середній вміст ПО у водопровідних питних водах протягом 2015–2017 рр.

Водопровідна станція	Вміст у питній воді, мг/л		
	min	max	med, M±m, n=36
КП «Дніпроводоканал», КНФС	6,10	9,90	8,06±0,18
КП «Дніпроводоканал», ЛНФС	6,04	9,57	7,97±0,15
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 2	5,30	9,70	7,84±0,20
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 1	5,10	9,90	7,78±0,20
КП «Бердянськводоканал»	3,52	4,96	4,45±0,06
КП «Облводоканал»	4,20	8,00	5,96±0,18

Примітка: min – мінімальний, max – максимальний, med – середній вміст

Таблиця 6

Вміст ПО, ХСК та забарвленості у вихідних водах водопровідних станцій протягом 2015–2017 рр.

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

Примітка: 1 – КП «Дніпроводоканал», КНФС; 2 – КП «Дніпроводоканал», ЛНФС; 3 – КП «Водоканал», м. Запоріжжя, р. Дніпро; 4 – КП «Бердянськводоканал»; 5 – КП «Облводоканал»

Як можна бачити у табл. 5 та 6, у середньому ефективність очищення питної води від ПО на спорудах КНФС – 25,8 %, ЛНФС – 28,1 %, КП «Водоканал» (блок очисних споруд № 2) – 12,6 %, КП «Водоканал» (блок очисних споруд № 1) – 13,7 %, а після очищення на спорудах КП «Облводоканал», транспо-

ртування по великому водоводу та очищення на спорудах КП «Бердянськводоканал» – 34 %. Технологія очищення питної води, що застосовувалася на КП «Дніпроводоканал», ефективніша щодо поліпшення ПО за технологію на КП «Водоканал» майже у 2 рази, але чинниками зазначеного можуть бути: різниця

у складі органічних речовин у вихідних водах, відсутність преамонізації, використання коагулянту «ПОЛВАК», флокулянту «EXTRAFLOCK», швидких фільтрів із засипкою активованим вугіллям та цеолітом, тощо. Застосовані технології на водопровідних станціях не спроможні довести вміст ПО у питній воді щодо чинного в Україні гігієнічного нормативу (5 мг/л). Крім того, на сьогодні законодавство України не передбачає збільшення нормативу для ПО на відміну від європейського, що призвело до кризи у сфері централізованого питного водопостачання.

Як зазначалося раніше, самі по собі органічні речовини у разі природного їх походження не несуть

прямої небезпеки для здоров'я споживачів, але можуть негативно впливати на санітарний стан трубопроводів та споруд, органолептичні та мікробіологічні показники якості питної води, а також вміст побічних продуктів дезінфекції. Але слід пам'ятати, що у разі наявності у річковій воді органічних речовин антропогенного походження може з'являтися певний ризик для здоров'я споживачів питної води.

Результати проведених досліджень якості питних вод 6-ти водопровідних станцій свідчать також про наявність 7-ми проблемних показників, понаднормативний вміст 4-х з них свідчить про антропогенне забруднення води р. Дніпро (табл. 7).

Таблиця 7

Виявлені проблемні показники у питних водах водоканалів (крім індикаторних) за 2015–2017 рр.

Показник, одиниця виміру	Вміст у воді			Нормативи	
	min	max	med, M±m, n=36	ДСанПіН 2.2.4-171-10	Директива 98/83/ЄС
Кайдацька насосно-фільтрувальна станція КП «Дніпроводоканал»					
Нафтопродукти, мг/л	<0,005	0,2	0,01±0,006	≤ 0,1	**
Хлороформ, мкг/л	109	270	170,41±5,42	≤ 60	****
Ломівська насосно-фільтрувальна станція КП «Дніпроводоканал»					
Хлороформ, мкг/л	127	282	185,28±6,78	≤ 60	****
Дибромхлорметан, мкг/л	н/в	31	2,61±1,51	≤ 10	****
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 1					
Феноли леткі, мг/л	<0,001	0,0012	0,001±0,0002	≤ 0,001	**
Хлор зв'язаний	1,0	1,97	1,26±0,06	0,8–1,2	**
КП «Водоканал», м. Запоріжжя, ДВС-1, блок очисних споруд № 2					
Феноли леткі, мг/л	<0,001	0,0015	0,002±0,0003	≤ 0,001	**
Хлор зв'язаний	0,99	1,98	1,27±0,06	0,8–1,2	**
КП «Бердянськводоканал»					
Нікель	0,01	0,20	0,02±0,01	≤ 0,02 (0,1)*	≤ 0,02
Селен***	0,003	0,05	0,01±0,004	≤ 0,01	≤ 0,01

Примітка: min – мінімальний вміст; max – максимальний вміст; med – середній вміст;

*норматив був чинний в Україні до 2010 р.;

** замість хлору, нафтопродуктів, фенолів контролюють органолептичні показники;

***дані лише за 2017 р.;

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

Чинником наявності у питній воді тригалогенметанів (хлороформу та дибромхлорметану) є вміст органічних речовин у вихідних водах та наявність первинного хлорування «чистим» хлором, хлору – перевищення доз хлору на водопровідних станціях, нікелю, селену, фенолів та нафтопродуктів – антропогенне забруднення річкової води. Виявлено, що нікель та селен постійно виявляються у вихідній та питній воді КП «Бердянськводоканал», однак періодично у понаднормативних концентраціях. Протягом 3-х років серед 36 проб не відповідали гігієнічним вимогам за вмістом нікелю 10 проб питної води (максимальний вміст перевищував гігієнічний норматив у 10 разів). Протягом 2017 року (раніше цей показник не визначали) серед 12 проб не відповідали гігієнічним вимогам 2 проби питної води за вмістом селену (максимальний вміст перевищував гігієнічний норматив у 5 разів). У воді КП «Водоканал» також виявлялися у концентраціях, що не перевищують відповідні гігієнічні нормативи, періодично – нікель та селен, епізодично – нафтопродукти та у понаднормативних концентраціях – феноли. У вихідних та питних водах Кайдацької насосно-фільтрувальної станції у

2015 р. також майже постійно виявлялися нафтопродукти у концентраціях, що лише епізодично перевищували гігієнічний норматив.

Вищезазначене підтверджує наявність антропогенного забруднення річки Дніпро у місцях досліджуваних питних водозаборів та свідчить про можливість збільшення компетентним органом нормативу для ПО, однак у кожному конкретному випадку, на підставі результатів екологічного моніторингу якості води вододжерела та за визначених науково обґрунтованих умов. Зокрема, за умов мінімізації вмісту хлорорганічних речовин, забезпечення відповідного санітарного стану трубопроводів та споруд, жорсткішого контролю якості питної води, зокрема, за показниками епідемічної безпеки та небезпечними речовинами, якщо існує потенціальний ризик забруднення ними питних вод, відповідно до результатів екологічного моніторингу водного об'єкту тощо.

Отже, наукове обґрунтування та впровадження профілактичних заходів повинні стати основою у разі корегування нормативів для індикаторних показників. Під час проведення відповідних досліджень слід брати до уваги наступні критерії оцінки: чинники на-

явності у питній воді (їх походження), частоту і кратність перевищення показником гігієнічного нормативу (необхідно враховувати, що небезпека перевищення нормативу оцінюється для кожного показника індивідуально), клас небезпеки і його лімітуючу ознаку шкідливості, кількість показників у наднормативних концентраціях, наслідки понаднормативного вмісту у питній воді та інше.

У Директиві 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, 20 показників якості пит-

них вод віднесено до індикаторних, нормативи для яких встановлено «із запасом» та можуть бути збільшені до меж, що гарантують безпечність питної води для здоров'я людини.

Такий підхід обумовлений органолептичною ознакою шкідливості або непрямим впливом на здоров'я споживачів, а також несуттєвою бар'єрною здатністю традиційних споруд водопровідних станцій щодо цих показників та переважно природним їх вмістом (табл. 8).

Таблиця 8

Індикаторні санітарно-хімічні показники якості водопровідних питних вод, що відсутні у табл. 3

Показник	Одиниця вимірювання	Гігієнічні нормативи		
		ДСанПіН	Директива	проект нової редакції ДСанПіН
Хлориди	мг/л	≤250 (350)*	≤250	≤250
Електрична провідність	мкСм/см при температурі 20°C	–	≤2500	≤2500
Запах при t 20°C та при нагріванні до 60°C*	бали	≤2	досяжна для споживачів та без великих змін	≤2
Сульфат	мг/л	≤250 (500)*	≤250	≤250
Натрій	мг/л	≤200	≤200	≤200
Загальний органічний вуглець (ЗОВ)		≤8	без аномальних змін	без суттєвих змін
Сухий залишок	мг/л	≤1000 (1500)*	–	≤1000

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

Як можна бачити у табл. 8, в Україні слід впровадити новий показник – електрична провідність, що характеризує кількість у воді солей, у тому числі, солей жорсткості [13]. У Директиві зазначено, що заходи, що вживаються для імплементації цього документу ні за яких умов не повинні призвести до підвищення забруднення вихідної води та/або до прямого або опосередкованого погіршення існуючої якості питної води, оскільки це є важливим для захисту здоров'я споживачів. На підставі зазначеного, як можна бачити у таблицях 3 та 7, у розробленому на сьогодні проекті нової редакції ДСанПіН 2.2.4-171-10 для деяких показників встановлено нормативи жорсткіші ніж у Директиві (для органолептичних та водневого показника). Крім того, проведені епідеміологічні дослідження підтвердили необхідність нормування у питній воді сухого залишку. Виявлено, що 1150 випадків на 100 тис. населення захворювань хвороби системи кровообігу серед жителів м. Херсона пов'язано з підвищеним мінеральним складом питної води (сухий залишок у 2004–2013 роках був на рівні – 1777,7±225,5 мг/л). Отримані результати кореляційного і регресійного аналізів практично збігаються з міжнародними науковими дослідженнями в області впливу мінеральних компонентів питної води на захворюваність населення [14].

Слід зупинитися також на тому, що в Україні згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 слід прийняти за орієнтовні наступні максимальні значення гігієнічних нормативів для: амонію – 2,6 мг/л; заліза – 1,0 мг/л;

марганцю – 0,5 мг/л; хлоридів – 350 мг/л; сульфатів – 500 мг/л, сухого залишку – 1500 мг/л, загальної жорсткості – 10 моль/л, кольоровості – 35 градусів, каламутності – 3,5 НОК (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 чинні до 01.01.2020 р.), алюмінію – 0,5 мг/л. У випадку наявності потенційного ризику негативного впливу питної води на здоров'я споживачів слід примати заходи щодо поліпшення якості питної води або впроваджувати її обмежене використання, або здійснювати іншу діяльність, яка необхідна для захисту здоров'я споживачів. Компетентні органи або інші відповідні органи повинні вирішити, яку діяльність потрібно здійснити, приймаючи до уваги ризику для здоров'я споживачів, до яких призведе затримка постачання або обмеження у використанні питної води.

6. Висновки

1. Підтверджено, що для очищення поверхневих вод на водопровідних станціях використовуються застарілі традиційні технології, які мають низьку ефективність очищення щодо ПО (близько 12 % – 30 %) і не дозволяють доводити якість питної води до діючих гігієнічних вимог. Через недосконалі технології та понаднормативний вміст органічних речовин у понаднормативних кількостях у питних водах КП «Дніпроводоканал» безперервно знаходиться хлороформ (від 1,8ГДК до 4,7ГДК) та періодично дибромхлорметан (до 3 ГДК), КП «Водоканал» – хлор зв'язаний (до 1,1 ГДК). На більшості водопровідних станціях відсутній порядок проведення виробничого

контролю якості питних вод, регламентований ДСанПіН 2.2.4-171-10.

2. Виявлено, що на сьогодні якість водопровідної питної води, що виготовляється з води р. Дніпро, не відповідає гігієнічним вимогам за 9-тьма індикаторними показниками: каламутність, забарвленість, смак та присмак, ПО, амоній, водневий показник, залізо, алюміній, марганець. У порівнянні з іншими показниками ПО має найбільше максимальне перевищення нормативу (5 мг/л) (у 2 рази), кількість нестандартних проб за цим показником може сягати 100 %.

3. На фоні понаднормативного вмісту органічних речовин у воді досліджуваних питних водозаборів р. Дніпро виявлено антропогенне забруднення такими речовинами як: нікель, селен, феноли та нафтопродукти. Нікель та селен постійно знаходяться у вихідній та питній воді КП «Бердянськводоканал», періодично у понаднормативних концентраціях та у воді КП «Водоканал» у концентраціях, що не перевищують гігієнічні нормативи (0,02 мг/л та 0,01 мг/л відповідно). Нафтопродукти періодично виявляються у

вихідних та питних водах КП «Водоканал» та Кайдакської насосно-фільтрувальної станції у концентраціях, що не перевищують або епізодично перевищують гігієнічний норматив ($\leq 0,1$ мг/л). Феноли періодично виявляються у вихідних та питних водах КП «Водоканал» у понаднормативних концентраціях ($> 0,001$ мг/л).

4. Встановлено, що згідно з вимогами законодавства у чинні ДСанПіН 2.2.4-171-10 слід внести зміни щодо оцінки якості питних вод за індикаторними показниками. Через наявність антропогенного забруднення вод у місцях питних водозаборів прийняття рішень щодо корегування нормативів для індикаторних (-ого) показників (-а) слід проводити після наукового обґрунтування, зокрема, на підставі результатів екологічного моніторингу водного об'єкту, аналізу чинників та наслідків понаднормативного вмісту у питній воді зазначених (-ого) показників (-ка), а також виявлення необхідних умов для попередження негативного впливу питної води на здоров'я споживачів. Визначені критерії оцінки, що слід брати до уваги під час проведення наукового обґрунтування.

Література

1. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Т. 1 / Ставицький Е. А. та ін. Чернівці: Букрек, 2011. 348 с.
2. Єзловецька І. С. Екологічна оцінка якості води поверхневих джерел для удосконалення технології водопідготовки: автореф. дис. ... канд. с-гос. наук / Національний інститут біоресурсів та природокористування України. Київ, 2010. 25 с.
3. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання. Т. 2 / Ставицький Е. А. та ін. Чернівці: Букрек, 2011. 500 с.
4. Корабльова А. І., Шматков Г. Г., Наривська Ю. А. Забруднення дніпровської води органічними речовинами на верхній ділянці Запорізького водосховища і його екологічні наслідки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. // Проблеми екологічної безпеки. Кременчук, 2017. С. 41.
5. Основи екології / ред. Бардов В. Г., Федоренко В. І. Київ: Нова книга, 2013. 424 с.
6. Голодовська О. Я., Ковальчук О. З. Спостереження за станом поверхневих вод основних річкових басейнів Львівської області // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2009. № 644. С. 206–210. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/2580/1/50.pdf>
7. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. Київ: Медицина, 2016. 400 с.
8. Abouleish M. Y. Z., Wells M. J. M. Trihalomethane formation potential of aquatic and terrestrial fulvic and humic acids: Sorption on activated carbon // Science of The Total Environment. 2015. Vol. 521-522. P. 293–304. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.090>
9. Characterization of soluble microbial products as precursors of disinfection byproducts in drinking water supply / Liu J. et. al. // Science of The Total Environment. 2014. Vol. 472. P. 818–824. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.139>
10. Водоснабжение и водоотведение: уч. пос. / ред. Воронов Ю. В., Ивчатов А. Л. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. 487 с.
11. Сезонна динаміка й компонентний склад розчинених органічних речовин у воді річки Серет та Тернопільського водосховища / Линник П. М. та ін. // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. 2011. № 260. С. 125–145.
12. Шевченко М. А. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. Київ: Наукова думка, 1966. 204 с.
13. Походило Є., Гонсьор О. Контроль якості питної води за електричними параметрами // Вимірювальна техніка та метрологія. 2008. № 68. С. 237–242.
14. Липовецька О. Б. Вплив довготривалого споживання некондиційної за мінеральним складом питної води на формування неінфекційної захворюваності населення та розробка профілактичних заходів: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Київ, 2016. 21 с.

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Бузинний М. Г.
Дата надходження рукопису 10.05.2018*

Зоріна Олеся Вікторівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник, Лабораторія гігієни природних, питних вод, Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії наук України», вул. Попудренка, 50, м. Київ, Україна, 02094
E-mail: wateramnu@ukr.net

Протас Святослав Вікторович, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, Лабораторія безпекових стратегій в охороні здоров'я, Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва Національної академії наук України», вул. Попудренка, 50, м. Київ, Україна, 02094
E-mail: svprotas@ukr.net