



Оцінка екологічної безпеки систем централізованого питного водопостачання в Україні

І. О. Рой¹⁾, Л. Д. Пляцук²⁾^{1), 2)} Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна

Article info:

Paper received:

11 May 2014

The final version of the paper received:

30 October 2014

Paper accepted online:

07 November 2014

Correspondent Author's Address:

^{1), 2)} royigor@gmail.com

Проведені оцінка та аналіз ефективності роботи систем централізованого питного водопостачання в Україні з позицій екологічної безпеки. Виявлено, що зниження вмісту забруднювальних речовин у воді, до норм, встановлених законодавством, не вирішує проблему забезпечення населення питною водою, безпечною для здоров'я людини. На основі отриманих даних для оцінки ефективності роботи станцій водопідготовки запропоновано механізм управління екологічною безпекою систем питного водопостачання. Результати досліджень дозволили встановити величини потенційних ризиків погіршення здоров'я людини від споживання питної води. Кількісна оцінка негативних наслідків, на прикладі питної води м. Києва, що реалізована у вигляді оцінки величини скорочення тривалості життя показала, що вживання такої питної води впродовж тривалого періоду може призвести до скорочення середньої тривалості життя населення на величину до 5 років. Отримані результати вказують на необхідність удосконалення існуючої системи оцінки ефективності роботи систем питного водопостачання та створення нової методичної бази на основі запропонованого підходу.

Ключові слова: джерела водопостачання, органічні речовини, станція водопідготовки, якість питної води, ризик здоров'ю, ефективність очищення.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Однією зі складових національної безпеки України є екологічна безпека, спрямована насамперед на забезпечення безпечних умов життєдіяльності людини. Це реалізується через управління небезпеками, що виникають унаслідок функціонування антропогенних, природних і техногенних систем. Сучасні проблеми забезпечення населення питною водою мають першочергове значення і є істотним чинником, що визначає безпечні умови життєдіяльності населення [1, 2].

Особливість питного водопостачання України полягає в тому, що воно на 80 % забезпечується з поверхневих джерел і напряму залежить від їх екологічного стану. Численні дані про якість поверхневих вод показують, що, незважаючи на спад промислового виробництва останніми роками та зменшення антропогенного навантаження на природні об'єкти, в нашій країні існує тенденція до погіршення якості природних вод за санітарно-хімічними показниками [3 – 5].

Існуючі в Україні станції очищення та знезараження поверхневих вод здебільшого реалізують реагентну обробку води у відстійниках і швидких фільтрах з первинним і вторинним хлоруванням. Ці станції спроектовані десятки років тому й орієнтовані на іншу якість природної води. Використання таких технологічних схем водопідготовки не дозволяє забезпечити необхідну санітарну і токсичну безпеку питної води. Це завдання значно ускладнюється за рахунок періодичної або постійної наявності органічних речовин у воді з поверхневих джерел.

Поряд із розробленими методиками проведення оцінки ефективності роботи систем питного водопостачання [6] залишається відкритим питання щодо інструменту проведення оцінки й типу оцінюваної величини, яка б мала кількісні та якісні характеристики, що дозволили б приймати необхідні управлінські рішення у сфері водопостачання. Аналіз сучасних тенденцій [7], зважаючи на важливість питання щодо забезпечення населення питною водою, яка б не створювала загрози безпеці життєдіяльності людини, показує, що в основі такої оцінки повинна використовуватися величина скорочення середньої тривалості життя населення споживанні питної води, що містить домішки різного походження.

Метою цієї роботи є аналіз сучасних проблем централізованого питного водопостачання України, визначення та обґрунтування методології оцінки екологічної безпеки та прогнозування впливу якості питної води на людину, а також проведення аналізу напрямків підвищення екологічної безпеки систем питного водопостачання.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Згідно з даними моніторингу Державного агентства водних ресурсів України у 2012 році 92,6 % проб, що відібрані у районах основних поверхневих джерел централізованого водопостачання, не відповідали вимогам санітарних правил і норм для водойм питного призначення [5]. Для порівняння ця цифра

грозу національній безпеці населення України. В цілому ситуація щодо забезпеченості населення України екологічно безпечною водою корелює з екологічним станом поверхневих джерел, що добре простежується при порівнянні схематичних карт України на рис. 1.

Наявність такої кореляції між екологічним станом джерел питного водопостачання і якістю питної води, що подається населенню, свідчить у першу чергу про низьку ефективність роботи централізованих станцій водопідготовки. Однак оцінка якості питної води за принципом «відповідає – не відповідає» встановленим законодавством нормативам вмісту забруднювальних речовин, не відображає повної картини. Особливий інтерес становить вирішення цих питань з точки зору екологічної безпеки систем питного водопостачання. У цьому плані істотну роль відіграє оцінка техногенного навантаження факторів діяльності

людини на середовище її існування, з установленням кількісних або якісних характеристик негативного впливу на здоров'я людини.

Така оцінка залежить від показників ступеня зміни здоров'я людини з урахуванням причинно-наслідкових зв'язків у системі «організм людини – середовище існування». Схематично механізм забезпечення екологічної безпеки в питному водопостачанні зображений на рис. 2. В основу цього напрямку покладена оцінка екологічного ризику, який визначається як імовірність настання погіршення здоров'я, що обумовлено дією екологічного фактора протягом певного періоду часу. Екологічний фактор розглядається як «негативний наслідок» змін у навколишньому природному середовищі, що викликані антропогенним впливом.

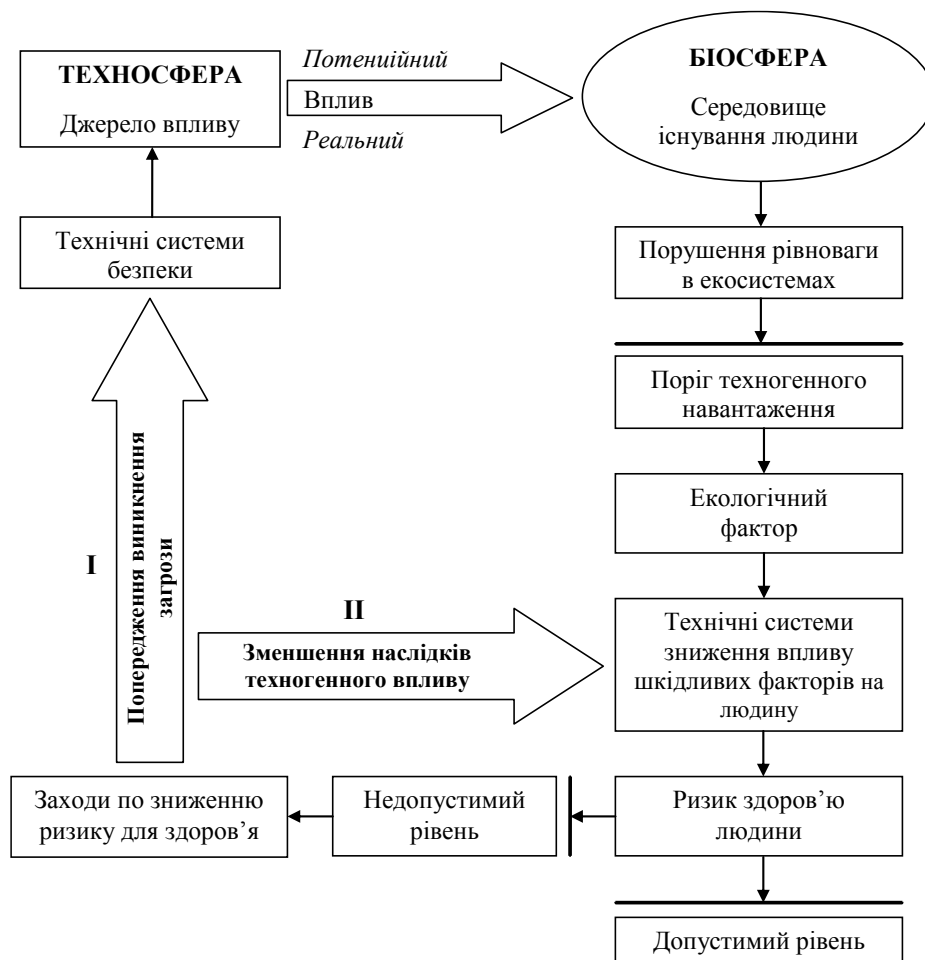


Рис. 2. Механізм управління екологічною безпекою питного водопостачання із встановленням причинно-наслідкових зв'язків

Ураховуючи особливості природних і техногенних процесів надходження забруднювальних речовин до джерел водопостачання [9, 10], можливість їх повного контролю і тим більше їх повне попередження, виключається. Одним із основних шляхів вирішення цієї проблеми є проведення заходів зі зменшення наслідків техногенного впливу (позиція II на рис. 2), що полягають у підвищенні ефективності роботи централізованих станцій водопідготовки. Ухвалення відповідних рішень для створення безпечних умов

життєдіяльності людини потребує використання інструменту оцінки впливу довкілля на людину. Основне завдання зводиться до отримання та узагальнення інформації про можливий вплив на здоров'я людини речовин, що забруднюють питну воду.

Для реалізації такого інструменту може бути використаний підхід, що базується на оцінці потенційного ризику здоров'ю людини з урахуванням несприятливого хронічного (багаторічного) впливу небезпечних речовин на здоров'я людини. При цьому потен-

ційний ризик погіршення здоров'я є функцією дози токсиканта, що потрапив в організм, а оцінка ризику орієнтована на очікуване зростання захворюваності населення патологіями, пов'язаними з характером токсичного впливу пріоритетних речовин.

Для оцінки ризику здоров'ю людини, пов'язаної із забрудненням питної води токсичними речовинами, використовується безпорогова модель оцінки потенційного неканцерогенного ризику здоров'ю людини з урахуванням рівня і тривалості впливу (залежність «доза-час-ефект»), відповідно до виразу (1) [11]:

$$Risk = 1 - \exp\left(-\left(\frac{\ln(0,84)}{ГДК \cdot K_s}\right) \cdot C\right), \quad (1)$$

де $Risk$ – імовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів при хронічній інтоксикації (від 0 до 1); C – концентрація домішки в питній воді. Беруть як середню добову концентрацію речовини, що надходить в організм людини з питною водою за тривалий час. При оцінці ефектів, пов'язаних із тривалим (хронічним) впливом речовин, використовуються дані їх середніх концентрацій (як мінімум за рік); $ГДК$ – норматив, гранично допустима концентрація речовини; K_s – коефіцієнт запасу, зазвичай беруть таким, що дорівнює 10 (для ряду домішок він може бути іншим: свинцю, наприклад, 3; для домішок із канцерогенними властивостями – 100 та ін.).

При аналізі отриманих величин оцінки хронічного неканцерогенного ризику допустимий рівень беруть 0,05 одиниці, тому що за такої ситуації, як правило, відсутні несприятливі медико-екологічні тенденції [11].

Застосування традиційних технологій очищення на централізованих станціях водопідготовки України не дозволяє забезпечити населення питною водою

$$Risk_{сум} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n), \quad (2)$$

де $Risk_{сум}$ – ризик від комбінованого впливу домішок; $Risk_1, Risk_2, \dots, Risk_n$ – ризики від впливу кожної окремої домішки.

Для прикладу, була проведена оцінка ефективності роботи Деснянської водопровідної станції в м. Києві (далі ДесВС) станом на 2013 рік [12]. Усі дані необхідні для оцінки потенційних не канцерогенних ризиків здоров'ю людини наведені в табл. 1.

Аналізуючи дані, наведені у табл. 1, бачимо, що вміст кожної забруднювальної речовини у питній воді не перевищує встановлені законодавством гранично допустимі концентрації. Таким чином, згідно з традиційною системою оцінки якості питної води, спрямованою на встановлення відповідності чинним нормативам, питна вода є безпечною для здоров'я населення м. Києва, яке споживає воду з ДесВС. У свою чергу, величини розрахованих неканцерогенних ризиків здоров'ю людини окремо щодо кожної речовини також не перевищують рівня прийнятного ризику (0,05 одиниці). Проте окремої уваги заслуговує оцінка сумарного впливу потенційно небезпечних речовин у питній воді, яка показала, що сумарний ризик здоров'ю від одночасної наявності всіх речовин у воді перевищує рівень допустимого ризику ($0,067 > 0,05$).

високої якості. Особливо актуальна проблема підвищеного вмісту органічних речовин, для видалення яких на більшості діючих станціях не передбачене використання спеціальних методів очищення. Забезпечення відповідності питної води високим вимогам безпеки і відповідно підвищення ступеня її очищення потребує впровадження нових методів, підвищення кількості реагентів, що при цьому використовуються, і т. ін. Це може призвести до економічної недоцільності більш повного видалення забруднень із води. Тому в практиці водопідготовки видалення потенційно небезпечних домішок зазвичай проводять доведенням показників хімічного складу до нормативних величин. У більшості випадків цього достатньо для забезпечення населення нормативно чистою водою, показники якої не перевищують встановлені законодавством норми.

Проте специфіка синергетичного ефекту від впливу всіх забруднювальних речовин у питній воді показує, що доведення їх вмісту до нормативних величин не завжди є достатньою умовою забезпечення стабільної санітарно-екологічної ситуації. Хронічний вплив різних хімічних та органічних речовин загальнотоксичної дії на рівні малих концентрацій характеризується однотипним неспецифічним впливом і призводить до прояву однакових ефектів [11]. У цьому разі оцінку ефективності роботи систем водопідготовки необхідно проводити з урахуванням сумарного неканцерогенного ризику для всіх домішок, які є потенційними токсикантами (вираз 2). У свою чергу, величина сумарного ризику виступає як імовірність прояву захворюваності у населення, що знаходиться між нулем та одиницею ($0 \leq Risk_{сум} \leq 1$), і чим вона ближче до одиниці, тим імовірність настання негативних наслідків вища.

Використання такого підходу дозволило встановити, що питна вода, що подається населенню після очищення на ДесВС, не є безпечною для здоров'я за величиною не канцерогенного ризику. Серед поданих речовин найбільшу ймовірність виникнення захворювань у населення викликає вміст у воді органічних речовин 0,016 од., що насамперед свідчить про низьку ефективність роботи ДесВС по відношенню до органічних сполук. Таким чином, величина розрахованого сумарного ризику вказує на необхідність проведення заходів зі зменшення наслідків техногенного впливу, а саме підвищення ефективності існуючих технологій очищення та впровадження нових методів для видалення органічних речовин.

Оцінку ризику зазвичай проводять з урахуванням імовірності події або процесу і розмірів очікуваних збитків. У концепції екологічної безпеки збиток визначається негативними наслідками небезпечних подій і процесів, що можуть бути викликані станом середовища існування людини. За останніми рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я для оцінки та порівняння очікуваних наслідків від споживання питної води потрібно використовувати величину скорочення тривалості життя, яка була запропонована Бернардом Коеном [13].

Таблиця 1 – Розрахунок потенційних неканцерогенних ризиків здоров'ю людини під час вживання питної води з ДесВС

Показник ¹⁾	Гранично допустима концентрація ²⁾ ГДК, мг/дм ³	Концентрація у питній воді ³⁾ С, мг/дм ³	Коефіцієнт запасу К _з	Неканцрог. ризик Risk _n	Сумарний ризик Risk _{сум}
1	2	3	4	5	6
Алюміній	0,2	0,197	100	0,0017	0,067
Амоній	0,5	0,198	10	0,0069	
Нітрати	50	2,217	10	0,00077	
Перманганатна окиснюваність (ПО)	5	4,77	10	0,016	
Залізо	0,2	0,156	10	0,013	
Марганець	0,05	0,04	10	0,014	
Хлор залишковий	1,2	1,06	10	0,015	

1) Потенційно небезпечні речовини у питній воді.

2) Норматив згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10.

3) Середня концентрація відповідної забруднювальної речовини за 2013 рік.

Ця величина позначається як LLE (Loss of Life Expectancy) та показує, на який термін зменшується в середньому тривалість життя індивідуума, який піддається тому чи іншому ризику. Переваги використання такого підходу полягають у тому, що при розрахунку LLE враховуються дані показників тривалості життя для всіх вікових і статевих груп. У свою чергу, величина LLE залежить від імовірності прояву небезпечної події (або стану чи впливу) Risk і середньої величини залишку життя людини L:

$$LLE = Risk \cdot L. \quad (3)$$

Відповідно подальшу оцінку екологічної безпеки системи водопостачання за показником LLE було

здійснено, виходячи із величини сумарного потенційного ризику хронічного впливу всіх домішок та окремого впливу органічних домішок у питній воді на населення м. Києва, яке споживає воду з Деснянської водопровідної станції (табл. 2).

Розрахунки проведені на основі показників середньої тривалості життя та середнього віку дорослого населення України станом на початок 2014 року [14]. Аналогічна оцінка була виконана і для дитячої частини населення. При цьому було здійснено заміну показника L на дані про кількість років, які в середньому може прожити покоління, народжене в наш час, при збереженні сучасних показників рівня смертності населення, за даними [15] станом на початок 2014 року.

Таблиця 2 – Оцінка скорочення очікуваної тривалості життя від споживання питної води з ДесВС в м. Києві

Показник	Дорослі		Діти		
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки	
1	2	3	4	5	
Середня тривалість життя T, роки	65	76	-	-	
Середній вік населення W, роки	37,3	43,7	-	-	
Очікуваний залишок життя L, роки	27,7	32,3	63,78	74,86	
Термін, на який зменшується середня тривалість життя індивідуума, який піддається ризику LLE, роки	Risk _{сум}	1,86	2,16	4,27	5,02
	Risk _(ПО) (C = 4,77 мг/дм ³)	0,44	0,52	1,02	1,20
Прогнозний залишок життя з урахуванням ризику L _n , роки (L _n = L - LLE)	Risk _{сум}	25,84	30,14	59,51	69,84
	Risk _(ПО) (C = 4,77 мг/дм ³)	27,26	31,78	62,76	73,66

Оцінка сучасного стану екологічної безпеки систем питного водопостачання в Україні, на прикладі населення, яке вживає питну воду з ДесВС, показала, що, беручи до уваги навіть середні дані про демографічні процеси і якість питної води за показником сумарного хронічного ризику, для населення існує постійна загроза погіршення здоров'я і скорочення середньої тривалості життя. Необхідно відмітити, що особливо сильному негативному впливові піддається дитяче населення.

Окремої уваги заслуговує наявність органічних речовин у питній воді за показником перманганатної окиснюваності (табл. 1, 2), вміст яких не перевищує встановлених норм, однак оцінка потенційного ризику

здоров'ю людини та оцінка на її основі скорочення очікуваної тривалості життя показали, що навіть за такого вмісту органічних сполук у питній воді вони становлять загрозу для всіх статевих і вікових груп населення.

Оцінка якості води за показниками відповідності нормам ГДК, без урахування характеру синергетичного ефекту від впливу всіх токсичних речовин на здоров'я людини, не відображає повної ситуації. Проведені розрахунки показали обов'язковість урахування комбінованої дії всіх речовин, які містяться у питній воді. Так, при вмісті в питній воді шкідливих речовин токсичної дії з потенційними ризиками, що не перевищують допустимого рівня, сумарний ризик

може досягати значних величин, а зниження вмісту шкідливих речовин лише до нормативних величин (ГДК) не забезпечує зниження сумарного ризику до допустимого рівня.

3. ВИСНОВКИ

Таким чином, серед сучасних проблем централізованого питного водопостачання в Україні необхідно виділити незадовільний екологічний стан поверхневих джерел водопостачання та низьку ефективність роботи централізованих станцій водопідготовки, що не забезпечують населення питною водою, безпечною для здоров'я людини. Використаний у роботі підхід до оцінки екологічної безпеки систем централізованого питного водопостачання, дозволив виявити нові проблеми, що раніше не обговорювалися. За основу такої оцінки використано величину сумарного неканцерогенного ризику погіршення здоров'я люди-

ни під час вживання питної води, що містить потенційно небезпечні речовини загальної токсичної дії. Проведені розрахунки показали, що зниження вмісту шкідливих речовин лише до нормативних величин ГДК не забезпечує зниження сумарного ризику до допустимого рівня.

Згідно з розробленим у роботі механізмом управління екологічною безпекою для вирішення подібних проблем єдиним шляхом залишається проведення заходів щодо зниження наслідків техногенного впливу на поверхневі джерела водопостачання. Такі заходи насамперед полягають у підвищенні вимог до якості питної води шляхом доведення вмісту забруднювальних речовин до величин значно нижчих за встановлені норми ГДК, здійсненні організаційно-технічних заходів щодо інтенсифікації існуючих методів очищення та впровадженні нових високоєфективних технологій.

Ecological safety assessment of centralized water supplies in Ukraine

I. O. Roy¹⁾, L. D. Plyatsuk²⁾,

^{1, 2)} *Sumy State University, 2, Rimsky-Korsakov Str., 40007, Sumy, Ukraine*

The article deals with research of the effectiveness of existing centralized water supply systems in Ukraine in order to establish new problems, which were not discussed and develop the mechanism of their solution. Assessment and analysis of the efficiency of centralized drinking water supply systems in Ukraine from the standpoint of environmental safety was conducted. During the statistical analysis, it was found that decrease of polluting substances in the drinking water according to the norms, established by the current legislation, does not solve the problem of providing the population by drinking water with safe parameters for human health. Most Ukraine settlements use surface water as a source of drinking water. The ecological status of surface waters in accordance with the analyzed data has deteriorated at present. Most of centralized drinking water supply and water treatment plants were designed decades ago and focused on another quality of water sources. At pre-sent they are unable to provide the necessary sanitary and toxic safety of drinking water supplied to the public. This problem is greatly complicated by periodic or constant presence in sources of water intake of organic substances of natural and anthropogenic origin.

Features of natural and anthropogenic processes of formation organic substances in water sources exclude the possibility of complete control and especially their full stop. One of the main ways of solving this problem is the realization of measures to mitigate the effects of human impacts on water sources. These measures are aimed at improving the efficiency of centralized water treatment plants. Appropriate decisions for ensuring safe conditions for human life, makes it necessary to use the tool for assessing the impact of the environment on people. The main objective is to obtain and compile information on the possible impact on human health of substances that contaminate drinking water. Since these effects depend on the ecological condition of drinking water sources and the efficiency of water treatment plants, the solution of this task is carried out by assessing the environmental risk. It is defined as probability of occurrence of ill health.

The authors propose the mechanism for managing the environmental safety of drinking water for the evaluation of the efficiency of water treatment plants. It uses an approach that depends on an assessment of potential risks to human health, considering the adverse constant (multiyear) influence of dangerous substances on human health. In this case, the potential risk of damage to health is a function of the dose of toxicant ingested. Risk assessment focuses on the expected growth of morbidity associated with the character of the toxic effects of priority substances. The authors propose estimation of the reduction in life expectancy as the quantitative aspect of potential risk.

Results of research conducted by the example of the existing water treatment plant in Ukraine indicate the need to improve the current mechanism for evaluating the effectiveness of the systems of water supply and create a new methodical base, using the proposed approach.

Key words: water sources, organic substances, water treatment plants, drinking water quality, health risk, efficiency of treatment.

Оценка экологической безопасности систем централизованного питьевого водоснабжения в Украине

И. А. Рой¹⁾, Л. Д. Пляцук²⁾,

^{1), 2)} Сумский государственный университет, ул. Римского-Корсакова, 2, 40007, Сумы, Украина

Проведены оценка и анализ эффективности работы систем централизованного питьевого водоснабжения в Украине с позиций экологической безопасности. Выявлено, что снижение содержания загрязняющих веществ в воде, до норм, установленных законодательством, не решает проблему обеспечения населения питьевой водой безопасной для здоровья человека. На основе полученных данных для оценки эффективности работы станций водоподготовки предложен механизм управления экологической безопасностью систем питьевого водоснабжения. Результаты исследований позволили установить величины потенциальных рисков ухудшения здоровья человека от потребления питьевой воды. Количественная оценка негативных последствий на примере питьевой воды г. Киева, реализованная в виде оценки величины сокращения продолжительности жизни, показала, что употребление такой питьевой воды в течение длительного периода может привести к сокращению средней продолжительности жизни населения на величину до 5 лет. Полученные результаты указывают на необходимость совершенствования существующей системы оценки эффективности работы систем водоснабжения и создания новой методической базы на основе предложенного подхода.

Ключевые слова: источники водоснабжения, органические вещества, станция водоподготовки, качество питьевой воды, риск здоровью, эффективность очистки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України від 19 червня 2003 р. № 964-IV «Про основи національної безпеки України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/964-15>
2. Закон України від 10 січня 2002 р. № 2918-III «Про питну воду та питне водопостачання» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>
3. Стан довкілля в Україні: за даними інформаційно-аналітичного огляду за 2009 – 2013 роки [Електронний ресурс] / матеріали із сайту Міністерства екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/index.php/dopovidi/infogyad>
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2008 – 2011 роки [Електронний ресурс] / матеріали із сайту Міністерства екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/index.php/dopovidi>
5. Національна доповідь «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні за 2009 – 2012 роки [Електронний ресурс] / матеріали із сайту Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Режим доступу: <http://minregion.gov.ua/zhkh/vodopostachannya-ta-vodovidvedennya/>
6. Василенко С. Л. Екологічна безпека систем водопостачання міст: методологія вивчення та управління: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 21.06.01 / С. Л. Василенко. – Харків, 2007. – 36 с.
7. World Health Organization (WHO) Guidelines for drinking-water quality – 4th ed. / WHO. – Geneva, 2011. – 564 p.
8. Задорський В. Вода питвевая «Українська» / В. Задорський // Всеукраїнська інформаційна газета «Екобезпека». – 2011. – № 1-2 (7-8). – С. 11 – 13.
9. Crompton T. R. Organic compounds in natural water: analysis and determination / N. R. Crompton. – London, UK: Taylor & Francis Group, 2014. – 295 p.
10. Тімченко В. М. Екологічна гідрологія: Екологічна енциклопедія / В. М. Тімченко. – Київ, 2007. Т. 1 – 314 с.
11. Методические рекомендации от 30 июля 1997 г. РФ № 2510/5716-97-32 «2.1. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.lawrussia.ru/texts/legal_744/doc744a498x422.htm
12. Офіційний сайт ПАТ «АК «Київводоканал» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vodokanal.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=category&id=32&Itemid=63
13. Bernard L. C. Risks in Perspective / L. C. Bernard // Journal of American Physicians and Surgeons. – Summer 2003. – Vol. 8, № 2. – P. 50 – 53.
14. Демографічна ситуація [Електронний ресурс] / статистичні матеріали Державної служби статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
15. The World Factbook. Europe: Ukraine [Електронний ресурс] / the materials of Central intelligence agency. – Режим доступу: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/up.html>

REFERENCES

1. Zakon Ukrainy vid 19 chervnia 2003 r. № 964-IV «Pro osnovy natsionalnoi bezpeky Ukrainy» [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrainy vid 10 sichnia 2002 r. № 2918-III «Pro pitnu vodu ta pitne vodopostachannia» [in Ukrainian].
3. Stan dovkillia v Ukraini: za danymy informatsiino-analitychnoho ohliadu za 2009-2013 roky [materialy z сайту Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy]. [in Ukrainian].
4. Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Ukraini za 2009-2011 roky [materialy z сайту Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy]. [in Ukrainian].
5. Natsionalna dopovid «Pro yakist pitnoi vody ta stan pitnoho vodopostachannia v Ukraini za 2008-2012 roky [materialy z сайту Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy]. [in Ukrainian].
6. Vasylenko S.L. (2007). Ekolohichna bezpeka system

vodopostachannia mist: metodolohiya Vychennia ta upravlinnia: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra tekhn. nauk: spets. 21.06.01 «Ekolohichna bezpeka». Kharkiv. [in Ukrainian].

7. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. Geneva, 2011.

8. Zadorskii V. (2011). Vseukrainskaia informatsyonnaia hazeta ekobezopasnost, Vol. 1-2 (7-8), pp. 11-13 [in Russian].

9. Crompton T. R. (2014). Organic compounds in natural water: analysis and determination. London, UK: Taylor & Francis Group, 295 p. [in English].

10. Timchenko V. M. (2007). Ekolohichna hidrolohiia: Ekolohichna entsyklopediia. Kyiv, Vol. 1, 314 p. [in Russian].

11. Metodicheskie rekomendatsii ot 30 iulia 1997 h. RF №2510/5716-97-32 «2.1. Kompleksnaia hiiienicheskaia otsenka stepeni napriazhennosti mediko-ekolohicheskoi situatsii razlichnykh territorii, obuslovennoi zahriaznieniem toksikantami sredy obitaniia naseleniia» [in Russian].

12. Ofitsiinyi sait PAT «AK «Kyivvodokanal». [in Ukrainian].

13. Bernard L. C. (2003). Journal of American Physicians and Surgeons, Vol. 8, Issue 2, pp. 50–53.

14. Demohrafichna sytuatsiia v Ukrayini. Statystychni materialy Derzhavnoi sluzhby statystyky, Ukrainy. <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].

15. The World Factbook. Europe: Ukraine. The materials of Central intelligence agency. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/up.html>