

УДК 665.66:66.087

ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИРОДНОЇ ТА ПИТНОЇ ВОДИ

С. П. Давидчук

Житомирський державний технологічний університет
вул. Черняхівського, 103, 10005, м. Житомир, Україна.

Т. Ф. Козловська

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Україна. E-mail: tfk58@kdu.edu.ua

Наведені причини погіршення якості природної та питної води. Показані підходи до визначення еколого-економічної ефективності реалізації різних практичних методів поліпшення якості природної та питної води. Доведено, що пріоритетним способом підготовки питної води є попереднє озонування, а на стадії доочищення – застосування УФ-опромінення. Запропоновано підхід до визначення еколого-економічної оцінки природоохоронних заходів поліпшення якості питної води та оцінено їх переваги шляхом розрахункового порівняння, що дозволить вирішити питання охорони навколишнього природного середовища і, зокрема, природних водоймищ від забруднюючих речовин, які привносять достатню кількість біогенних елементів у природні води, а й відповідно у питну воду.

Ключові слова: природна та питна вода, екологічна небезпека, еколого-економічна ефективність.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

С. П. Давидчук

Житомирский государственный технологический университет
ул. Черняховского, 103, 10005, г. Житомир, Украина.

Т. Ф. Козловская

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, Украина. E-mail: tfk58@kdu.edu.ua

Приведены причины ухудшения качества природной и питьевой воде. Показаны подходы к определению эколого-экономической эффективности реализации разных практических методов улучшения качества природной и питьевой воды. Доказано, что приоритетным способом подготовки питьевой воды является предварительное озонирование, а на стадии доочистки – использование УФ-облучения. Предложены подходы к определению эколого-экономической оценки природоохранных мероприятий улучшения качества питьевой воды, и оценены их преимущества путем соответствующих расчетов, что позволит решить вопросы охраны окружающей природной среды и, в частности, природных водоемов от загрязняющих веществ, которые привносят достаточное количество биогенных элементов в природные воды, а, соответственно, – и в питьевую воду.

Ключевые слова: природная и питьевая вода, экологическая безопасность, эколого-экономическая эффективность.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Водні ресурси є важливим компонентом оточуючого природного середовища, які використовуються та охороняються на Україні як основа життя та діяльності народів, що мешкають на її території, забезпечують економічне, соціальне, екологічне благополуччя населення, існування тваринного та рослинного світу.

Водне законодавство України [1–4] регулює відношення в галузі використання та охорони водних об'єктів. Основна мета – забезпечення прав громадян на чисту воду та сприятливе водне середовище підтримання оптимальних умов водовикористання, в також підтримання якості поверхневих та підземних вод в стані, що відповідає санітарним та екологічним вимогам захисту водних об'єктів від забруднення, засмічення та виснаження, відвернення або ліквідація шкідливого впливу вод, збереження біологічного різноманіття водних екосистем.

Ефективне очищення міських стічних вод від завислих та колоїдно-дисперсних речовин з застосуванням коагулянтів дозволяє залучаючи у господарську діяльність нові джерела водопостачання та організувати технологічні схеми з більш ефектив-

ними показниками очищення вод, які скидаються у поверхневі природні води. Це виключає забруднення природних водоймищ. В ряді випадків в процесі очищення підвищується якість очищення за окремими показниками і, тим самим, забезпечуються нормативні вимоги до скидних вод [5–8].

Найбільшу проблему становлять, все ж таки, завислі речовини, для очищення від яких застосовуються коагулянти та флокулянти. Регенерація коагулянтів з осадів дозволяє зменшити вартість споживаних реагентів і всього очищення в цілому. Одночасно успішно вирішуються питання охорони оточуючого середовища і, зокрема, природних водоймищ від забруднень, які привносять достатню кількість біогенних елементів у природні води, а це, в свою чергу, збільшує “евтрофікацію” водойм внаслідок інтенсивного розвитку синьозелених водоростей.

При організації технологічного процесу очищення води від колоїдно-дисперсних речовин важливе значення має підвищення ефективності капітальних вкладень та скорочення строків їх опрацювання. Тому, при проектуванні та будівництві нових оди-

ниць обладнання необхідно застосовувати довші технологічні схеми з мінімальними затратами при одночасному досягненні високих техніко-економічних показників. Це забезпечує використання ефективних науково-технічних розробок та нових технологій. Економічність очищення води залежить від довершеності прийнятої технології, апаратурного оформлення процесу, продуктивності апаратів, вартості реагентів, механізації та автоматизації виробництва, ряду інших факторів.

З метою здешевлення процесу очищення води необхідно намагатись досягти максимального спрощення апаратно-технічної схеми та її автоматизації, а також використання апаратів більшої одиничної потужності та дешевих реагентів при їх максимальній витраті.

На водоочисних станціях великої потужності при очищенні не дуже каламутних кольорових вод, регенерація коагулянту зі шламів очищення дозволяє знизити витрати на реагенти на 25-30%.

Основними напрямками можливого використання показників економічних витрат з метою оцінки зменшення впливу шкідливих речовин при їх надходженні в природну та питну воду [9–12] є прийняття тих або інших економічних рішень, в тому числі вдосконалення планово-проектних розрахунків.

До цього часу при традиційному обґрунтуванні вибору планово-проектних варіантів господарського розвитку критерієм такого вибору є економічні показники. Якщо при попарному порівнянні варіантів приведені затрати на додаткову отриману продукцію менше приведених затрат на отримання аналогічної продукції у конкуруючому технологічному процесі, то економічно ефективнішим вважається перший варіант.

Однак, при реалізації того чи іншого варіанту можуть погіршитись екологічні умови [8, 10], що призведе до економічних витрат. Тому, погіршення екологічних умов необхідно оцінювати у грошовій формі і включають до складу витрат виробництва по відповідному планово-проектному варіанту. Тому вибір ефективного планово-проектного варіанту господарського розвитку при різному ступені обліку в них природоохоронних аспектів здійснюють за формулою:

$$E = (S_1 + V_1) - (S_2 - V_2), \quad (1)$$

де E – показник ефективності вибору планово-проектного варіанту; V_1, V_2 – річна економічна втрата за першим та другим варіантами відповідно; S_1, S_2 – капітальні витрати на впровадження варіантів природоохоронних заходів.

Якщо $E > 0$, то економічно ефективним є другий варіант.

З другого боку результатом здійснення обраного напрямку господарського розвитку повинні включати і грошову оцінку корисного ефекту від покращення якості навколишнього середовища на даній території.

Найбільш перспективним засобом обліку еконо-

мічної втрати при виборі планово-проектних варіантів є його використання при багатоваріантних зіставленнях у процесі рішення оптимізаційних задач. Для регіонального розвитку промисловості таку задачу можна сформулювати як мінімум суми виробничих витрат і економічних витрат від забруднення поверхневих природних вод:

$$F = \min \sum [\sum (S_i^l + V_i^l)] Z_i^l, \quad (2)$$

де Z_i – рівень забруднення поверхневих вод окремими домішками при всіх можливих варіантах виробничої і водоохоронної діяльності і при умовах обов'язкового виконання планових завдань підприємствами регіону.

Залежно від сумарних величин гранично допустимих скидів забруднювачів у природні поверхневі води і заданих у галузевому розрізі величин кінцевої продукції використовують трирівневу модель міжгалузевого балансу. При проведенні розрахунків по моделі необхідно дотримуватись вимог, пов'язаних з отриманням позитивного рішення системи лінійних рівнянь.

У економічних розрахунках з метою оцінки якості навколишнього середовища використовують наступну систему рівнянь:

$$\sum A_{ij} X_j + \sum A_{iq} Y_q + Y_i = X_i, \quad i=1, m \quad (3)$$

$$\sum A_q^j X_j - Y_q = B_q, \quad q = m+1, n \quad (4)$$

де A_{ij}, A_{iq} – нормативи витрат на природоохоронну діяльність, грн/т; X_j – викид окремої забруднюючої речовини, т/рік; $Y_i q$ – скиди забруднюючих речовин, т/рік; Y_q, B_q – капітальні витрати на впровадження природоохоронного заходу, грн.

На практиці використовують наступні види аналізу: фізичний, хімічний, математичний, економічний, аналіз господарської діяльності підприємства.

В аналізі господарської діяльності використовують метод порівняння. Порівняння – це науковий метод пізнання, в процесі якого явище або предмет визначення загальних рис або розбіжностей між ними. За допомогою порівняння визначається загальне і специфічне в економічних явищах, вивчаються зміни дослідних об'єктів, закони і тенденції їх розвитку.

Мета роботи – визначення еколого-економічної ефективності застосування озонування та ультрафіолетового опромінення задля зниження рівня екологічної небезпеки природної та питної води різних джерел водопостачання.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Аналіз сучасного стану питання знезараження питної води, зокрема економічної ефективності різних технологій, був проведений Н.П. Нечитайло [13]. На підставі літературних джерел ученим було надано порівняльні техніко-економічні показники витрат на знезараження води різними способами. Так, хлорна двоступінчаста обробка була оцінена в 100 еквівалентних одиниць (екв. од.) з урахуванням

того, що їй притаманні відомі недоліки, які пов'язані з екологічною небезпекою методу.

Для кип'ятіння вимагаються витрати 30 квв. од., обумовлені вартістю теплової енергії. Витрати на знезаражування сріблом визначаються вартістю реагенту і сягають 25 квв. од. Застосування озонОВОї технології пов'язано із значними первісними витратами і необхідністю забезпечення високого технологічного рівня процесу. Відносна вартість обробки води озоном складає 0,15 квв. од.

Використання ультрафіолетового випромінювання й ультразвуку також пов'язано з технологічними труднощами й істотно залежить від забруднення води, яка обробляється. Витрати в ультразвуковій технології складають 3 квв. од., а в ультрафіолетовій 0,1 квв. од. Згідно літературних даних, вартість електрогидравлічної обробки води складає 0,5 квв. од.

Отже, з цього дослідження випливає, що відносна вартість знезараження води з використанням озону, ультрафіолетового випромінювання й ультразвуку (без врахування первісних витрат на впровадження) найнижча, що підтверджує економічну обґрунтованість застосування даних технологій.

Нашою задачею є знайти найбільш економічну і, разом з тим, ефективну технологію очищення води.

Для цього було розроблено три варіанти технологічної схеми очисних споруд:

1 варіант: мікрофільтрування, коагулювання, періодичне вуглювання, освітлення в шарі зваженого осаду з рециркуляцією осаду, швидка фільтрація через кварцове завантаження.

2 варіант: передозонування, коагулювання, фільтрування через пісок, окислювання озоном і перекисом водню, обробка на ГАУ, УФ-опромінення.

3 варіант: біопередочистка на носіях прикріплених мікроорганізмів, коагулювання, відстоювання, передфільтрування, озонування, контактне освітлення в зернистому середовищі, сорбція на стаціонарних адсорберах.

При цьому перший варіант забезпечує підвищення якості питної води до рівня вимог стандартів європейських країн. Другий і третій варіанти забезпечують ще більш високу якість очищення води.

У табл. 1 наведена необхідна сума капітальних вкладень, експлуатаційних витрат і доходів за кожним із варіантів.

Як видно з табл. 1, другий варіант потребує найменшу суму капітальних вкладень. Експлуатаційні витрати, при цьому варіанті також менші, відповідно, вищий прибуток.

Враховуючи велику кількість розрахунків, нами вони були зведені у підсумкову таблицю «Варіанти капітальних вкладень», але за кожною статтею розрахунок має проводитись окремо. Враховуючи недоцільність наведення усього масиву розрахунків, наведемо лише приклад того, як здійснювався розрахунок необхідних вкладень за установкою УФ-опромінення.

Так, витрати на експлуатацію установки УФ-опромінення складаються з витрат на електроенер-

гію, змінні УФ-лампи й інших витрат, пов'язаних з періодичним технічним обслуговуванням. З огляду на те, що звичайно УФ-установки складаються з однакових знезаражуючих модулів, розрахунок експлуатаційних витрат здійснюється для одного модуля з наступним множенням отриманого результату на кількість модулів в УФ-приладі.

Таблиця 1 – Варіанти капітальних вкладень

Показники	Варіанти, млн. євро		
	1	2	3
Капітальні вкладення	1,291	3,548	6,234
Експлуатаційні витрати – усього, в тому числі на:	1,291	0,902	1,058
– реагенти	0,206	0,141	0,244
– обробку на фільтрах	0,318	0,202	0,161
– заміну або регенерацію сорбенту	0	0	0,022
– транспортування збездонених осадів до місця використання	0,011	0,011	0,011
– електроенергію	0,440	0,232	0,254
– тепло	0,037	0,037	0,049
– підготовку води для власних потреб станції	0,003	0,003	0,009
– оплату праці	0,055	0,055	0,078
– відрахування на соціальне страхування	0,021	0,021	0,03
– платежі по кредитах	0,2	0,2	0,2
Амортизація основних фондів	0,415	0,315	0,612
Доходи від реалізації води споживачам	2,028	2,028	2,028
Балансовий прибуток	0,322	0,811	0,358
Податки	0,086	0,146	0,112
Чистий прибуток	0,236	0,665	0,246

У роботі здійснено розрахунок витрат на експлуатацію одного знезаражуючого модуля типу 8У12ПКМ.02–TUV115W продуктивністю порядку 440 м³/ч.

Для найбільшої вірогідності результату необхідне також техніко-економічне обґрунтування інвестування того або іншого проектів систем водопідготовки.

Для вітчизняних підприємств водопостачання доцільнішою є методика техніко-економічного обґрунтування, що передбачає оцінку пропонованих технологічних рішень за чистим дисконтованим доходом (ЧДД), індексом прибутковості або доходності (ІД) і внутрішньою нормою прибутковості (ВНД).

ЧДД визначається як сума поточних ефектів за весь розрахунковий період (5 років), наведена до початкового кроку, або як перевищення інтегральних показників доходу над інтегральними витратами:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t^+) \frac{1}{(1+E)^t} - K_d \quad (5)$$

де t (1,2,3,4,5) – номер кроку розрахунку; T – термін окупності; R_t – результати, що досягають на t -ому кроці розрахункового періоду (дохід від реалізації води споживачеві за кожний рік й інші надходження); Z_t^+ – витрати на t -ому кроці за умови, що в них не входять капіталовкладення; E – норма дисконту; K_d – сума дисконтованих капіталовкладень.

Норма дисконту E , встановлена для t -го року, використовується для приведення різночасних витрат, результатів й ефектів до цінності цих показників у початковому періоді. Вона дорівнює прийнятній для інвестора нормі доходу на капітал і взаємопов'язана з коефіцієнтом дисконтування d_t виразом:

$$d_t = \frac{1}{(1+E)^t} \quad (6)$$

Сума дисконтування капіталовкладень (K_d) розраховується за формулою:

$$K_d = \sum_{t=0}^T K_t \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (7)$$

де K_t – капіталовкладення на t -ому кроці.

Якщо ЧДД позитивний, варіант є ефективним при даній нормі дисконту, і тільки тоді вирішується питання про його прийняття. Чим більший ЧДД, тим ефективніший варіант проекту. У формулу (5) збиток входить зі знаком "плюс", а дохід – зі знаком "мінус". ЧДД виражає різницю між сумою наведених ефектів і наведеної до того ж моменту часу величиною капітальних вкладень K_d . Індекс прибутковості (ІД) є відношенням суми наведених ефектів до величини капіталовкладень:

$$ИД = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t^+) \frac{1}{(1+E)^t} \quad (8)$$

Індекс прибутковості тісно пов'язаний з ЧДД. Якщо ЧДД позитивний, то $ИД > 1$.

Приведемо розрахунки ЧДД й ІД для розглянутих варіантів технології водопідготовки.

Дисконтований ефект, у якому зі складу витрат виключені капіталовкладення, позначений через S .

$$S = \sum_{t=1}^T \frac{P}{(1+E)^t} \quad (9)$$

де P – прибуток від реалізації води споживачеві.

$$K = \sum_{t=1}^T \frac{AP}{(1+E)^t} \quad (10)$$

де P – різниця між припливом і відтоком засобів від фінансової діяльності.

$$ЧДД_t = S_t - K_t \quad (11)$$

$$ИД_t = S_t / K_t \quad (12)$$

Здійснимо розрахунок за варіантом 1:

$$S_1 = \sum_{t=1}^5 \frac{P}{(1+E)^t} = 3,714 \text{ млн. €}; K_1 = -(-4,029) - 0,741 = 2,986 \text{ млн. €}; ЧДД_1 = S_1 - K_1 = 0,729 \text{ млн. €}; ИД_1 = S_1 / K_1 = 3,714 / 2,986 = 1,245.$$

З урахуванням дисконтування термін окупності за варіантом 1 становить $T_1 = 5$ років.

Внутрішня норма прибутковості (ВНД) є тією нормою дисконту $E_{вн}$, за якого величина наведених ефектів дорівнює наведеному капіталовкладенням.

Вона визначається з рівняння:

$$\sum_{t=1}^T \frac{R_t - Z_t}{(1+E_{вн})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E_{вн})^t} \quad (13)$$

Розв'язання рівняння дає: $E_{вн} = ВНД_1 = 24,9\%$.

Аналогічно виконаний розрахунок для варіантів 2 й 3.

Другий варіант: $S_2 = 3,570$ млн. €. $K_2 = 2,629$ млн. €. $ЧДД_2 = 0,941$ млн. €. $ИД_2 = 1,358$. $T_2 = 3$ роки. $ВНД_2 = 7,32\%$.

Третій варіант:

$S_3 = 5,443$ млн. €. $K_3 = 4,619$ млн. €. $ЧДД_3 = 0,827$ млн. €. $ИД_3 = 1,179$. $T_3 = 4$ роки. $ВНД_3 = 13,36\%$.

ІД і ЧДД для варіанта 2 вище, порівняно з варіантами 1 й 3. Якщо порівняння альтернативних варіантів проекту по ЧДД і ВНД призводить до протилежних результатів, то перевага віддається варіанту з більшим ЧДД.

Таким чином, більш детальний аналіз підтвердив попередні розрахунки, й було остаточно встановлено, що капітальні вкладення в технологічну схему, що включає двоступінчасте озонування й УФ-опромінення, більш вигідні (рис. 1).

З огляду на переваги розглянутої технології над іншими слід ухвалити рішення щодо переустаткування системи водопідготовки за варіантом 2.

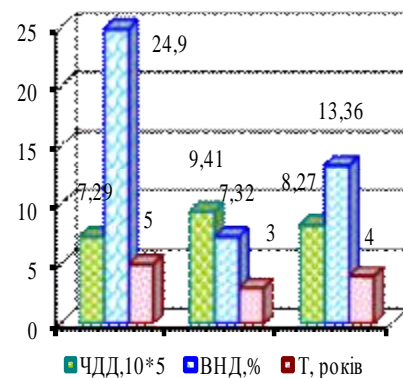


Рисунок 1 – Порівняння ефективності інвестицій за трьома варіантами

Крім уведення до схеми очищення води блоків первинного й вторинного озонування й установки УФ-опромінення, може бути запропонованою система автоматичного керування режимом роботи станції в цілому. У цьому випадку необхідна модернізація насосних агрегатів, заміна елементів гідромеханічного устаткування (засувки, затвори) і ін.

Досвід експлуатації модернізованих станцій свідчить про істотні переваги цієї технології, особливо в періоди низької якості використовуваної води (висока температура, евтрофікація тощо).

За рахунок ефективного вилучення з води розчиненого біоокисненого органічного вуглецю шляхом вторинного озонування можна повністю відмовитися від застосування хлору на цьому етапі водопідготовки.

Використання на кінцевій стадії знезаражування УФ-опромінення з періодичним введенням хлорамінів підвищує надійність очищення й захист мереж розподілу.

Різде зниження (до 80 %) дози хлору на цьому етапі дозволяє вирішити проблему утворення токсичних хлорорганічних сполук у питній воді.

ВИСНОВКИ. Таким чином, крім поліпшення органічних, хімічних і мікробіологічних характеристик води й значного зменшення кількості хлороформу й інших канцерогенних галогеновмісних сполук, застосування озонування й УФ-опромінення також дозволяє істотно знизити (до 69–70 %) витрати на водопідготовку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.94 р. у редакції від 01.01.2008 р.
2. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10 січня 2002 року № 2918-III.
3. Україна. Екологічні проблеми природних вод. – Київ: Всеукраїнська Екологічна Ліга, Центр екологічної освіти та інформації, 2000. – 165 с.
4. Національна доповідь «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2005 році» / Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства. – К., 2006. – 142 с.
5. Зоріна О.В. Вміст у питній воді централізованого водопостачання хлороформу – маркеру токсичних хлорорганічних сполук // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: Астропринт, 2003. – Вип. 11. – С. 179–184.

6. Зоріна О.В. Вплив технологічних чинників водопідготовки на якість питної води // Довкілля та здоров'я. – 2003. – № 4 (27). – С. 65–68.

7. Насонкіна Н.Г. Оцінка стану джерел питного водопостачання // Вісник ДонДАБА: Зб. наукових праць. – Макіївка, 2005. – Вип. 6 (54). – С. 143–149.

8. Насонкіна Н.Г. Повышение экологической безопасности систем питьевого водоснабжения. – Макеевка: ДонНАСА, 2005. – 181 с.

9. Дубовик И.В., Козловская Т.Ф. Перспективы очистки техногенно загрязненных вод от ароматических соединений методом озонирования // Вісник КДПУ. – 2004. – Вип. 4(27). – С. 168–171.

10. Speth T.F., Miltner A. Adsorption Capacity of GAC for synthetic organics // J. Am. Works Assoc. – 1990. – V. 82, № 1. – PP. 20–21.

11. Козловська Т.Ф., Гученко М.М. Екологіканцерогенна небезпека хімічного забруднення природних поверхневих вод // XII Міжнародна науково-практична конференція "Біосферно-ноосферні ідеї В.І. Вернадського та еколого-економічні проблеми розвитку регіонів", 28–29 травня 2010 р., м. Кременчук. – С. 205–206.

12. Козловська Т.Ф. Визначення ступенів екологічного ризику в умовах природно-техногенного хімічного забруднення поверхневих вод // Вісник КДПУ. – 2009. – Вип. 4/2009 (57), част. 2. – С. 118–124.

13. Нечитайло Н.П. Удосконалена технологія підготовки й знезаражування питної води для малих об'єктів водопостачання: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.23.04 / Харківський державний технічний університет будівництва й архітектури. – Харків, 2006. – 24 с.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND ECONOMICAL EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF UP-TO-DATE TECHNOLOGIES FOR ECOLOGICAL IMPROVEMENT OF NATURAL AND DRINKING WATER

S. Davidchuk

Zhytomyr State Technological University
vul. Chernyakhovskogo, 103, 10005, Zhytomyr, Ukraine.

T. Kozlovs'ka

Kremenchuk Mikhaïlo Ostrogradskiy National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Ukraine. E-mail: tfk58@kdu.edu.ua

The underlying factors for natural and drinking water deterioration are discussed. The approaches to assessment of ecological and economical effectiveness of various ways to improve the natural and drinking water are presented. It is shown that preliminary ozonizing is of the top-priority for drinking water preparation, and UV-radiation is the most foreground for water additional purification. The approaches to ecological and economical estimation of environmentally sound quality improvement of drinking water are offered, and their advantages are analyzed comparatively. This renders for solutions of such ecological problems as natural water basins biogenic elements pollution which is followed by drinking water pollution as such.

Key words: natural and drinking water, ecological safety, ecological and economical efficiency.

REFERENCES

1. *Law of Ukraine «Concerning the sanitary and epidemiological welfare of population»* of 24 February, 1994. Ed. 01 January, 2008. [in Ukrainian]
2. *Law of Ukraine «Concerning the drinking water and public water supply»* № 2918-III of 10 January 2002. [in Ukrainian]
3. *Ukraine. Ecological problems of natural waters.* – Kyiv: All-Ukrainian Ecological Ligue, Centre of ecological education and information, 2000. – 165 p. [in Ukrainian]
4. *National report «Concerning the quality of drinking water and public water supply in Ukraine in 2005»* / State Committee of Ukraine on housing and municipal services. – K., 2006. – 142 p. [in Ukrainian]
5. Zorina O.V. Content of chloroform in drinking water in public water supply system as a marker of toxic chlororganic compounds // *Transactions of Odesa State Academy of Construction and Architecture.* – Odesa: Astroprint, 2003. – Iss. 11. – PP. 179–184. [in Ukrainian]
6. Zorina O.V. Impact of technological factors of water preparation on drinking water quality // *Environment and health.* – 2003. – № 4 (27). – PP. 65–68. [in Ukrainian]
7. Nasonkina N.G. Estimation of the state of sources of drinkable water-supply // *Transactions Don-DABA.* – Makeevka, 2005. – Iss. 6 (54) – PP. 143–149. [in Ukrainian]
8. Nasonkina N.G. *Ecological safety enhancement of water supply systems.* – Makeevka: DonNASA, 2005. – 181 p. [in Russian]
9. Dubovik I.V., Kozlovs'ka T.F. Prospects of ozonizing purification of aroma compounds industrial waters by // *Transactions of KSPU.* – 2004. – Iss. 4 (27). – PP. 168–171. [in Russian]
10. Speth T.F., Miltner A. Adsorbition Capacity of GAC for synthetic organics // *J. Am. Works Assoc.* – 1990. – V. 82, № 1. – PP. 20–21.
11. Kozlovs'ka T.F., Guchenko M.M. Ecological and cancer-causing risk of chemical pollution of natural surface waters // *XII International scientific conference Ideas of Academician Vernadskyi, problems of research and evaluation of regional sustainable development*”, 28–29 May, 2010, Кременчук. – PP. 205–206. [in Ukrainian]
12. Kozlovs'ka T.F. Evaluation of rate of ecological risk under conditions of natural and technogenic chemical pollution of surface waters. // *Transactions of KSPU.* – 2009. – Iss. 4/2009 (57), Part 2. – PP. 118–124. [in Ukrainian]
13. Nechitailo N.P. *The improved technique of preparation and detoxication of drinking water for small water supply systems: The thesis for scientific degree of Cand.Sc.(Eng.): 05.23.04 /* Kharkiv State Technical University of Construction and Architecture. – Kharkiv, 2006. – 24 p. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 15.08.2012.

Рекомендовано до друку
к.т.н., доц. Бахарєвим В.С.