

2005. – 281 с.

6. Дж. М. Кейнс. Общая теория занятости, процента и денег. – М.: Прогресс, 1978. – 494 с.

7. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. – М.: Экономика, 1989. – 329 с.

*Отримано 31.03.2009*

УДК 628.1.033

О.В.ДИМЧЕНКО, канд. екон. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

С.Л.ВАСИЛЕНКО, канд. техн. наук

*Комунальне підприємство «ВТП «Вода», м.Харків*

## **СИСТЕМАТИЗАЦІЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Викладено і систематизовано методологічні принципи, що формують пріоритетні напрямки забезпечення економічної та екологічної безпеки систем питного водопостачання, організацію її наукової практики та технічної реалізації.

Економічна та екологічна безпека впевнено входить в наше життя, а її значущість з кожним роком лише зростає. Враховуючи кругообіг води в природі, можна також стверджувати про всеосяжний характер сучасних водних проблем.

Тому економічну та екологічну безпеку систем питного водопостачання (ЕБВ) слід розглядати як дуальну взаємопов'язану проблематику по впливу техногенних чинників і навколишнього природного середовища на процеси водопостачання та зворотню дію водопостачання на довкілля і людину [1, с.97].

Попередні базові дослідження в цій області вирішують лише обмежене коло питань щодо функціонування окремих підсистем: джерел водопостачання, очисних споруд, водопровідних мереж. Комплексне вирішення задачі вимагає більш поглибленої розробки теоретико-методологічних основ, пошуку і створення оптимальних форм управління ЕБВ на базі всебічного дослідження процесів і умов формування небезпеки у сфері водопостачання.

Окремі методологічні принципи ЕБВ розглянуто в роботах [1-3]. Однак вони потребують додаткового переосмислення, подальшого удосконалення і структурно-функціонального упорядкування.

Метою роботи є формулювання, систематизація та розкриття змісту методологічних принципів ЕБВ.

### *Структурування методологічних принципів*

Систему методологічних принципів, що формують загальну ідеологію і пріоритетні напрямки із забезпечення ЕБВ, згрупуємо за трьо-

ма основними складовими: стратегія розвитку, комплексність вирішення проблеми, умови обмеження та лімітуючі фактори (табл.1).

Стратегія розвитку передбачає покращення стандартів на питну воду і технологій її виробництва, мінімізацію обсягів споживання води та енергоресурсів, зростання конкурентних видів водопостачання тощо. Комплексність вирішення проблеми ЕБВ полягає в забезпеченні екологічної безпеки питних джерел, створенні оптимальних структур водопостачання, впровадження запобіжних заходів з боку управління територією (містом). Обмеження формують об'єктивні передумови для поширення концепції прийнятного ризику.

Таблиця 1 – Систематизація методологічних принципів ЕБВ

Стратегія розвитку (шляхи удосконалення)	Комплексність вирішення (засоби реалізації)	Обмеження (лімітуючі фактори)
$P_1$ цільовий	$P_4$ повноти	$P_7$ невизначеності
$P_2$ мінімуму	$P_5$ відповідності	$P_8$ ресурсних потреб і можливостей
$P_3$ різноманіття	$P_6$ профілактики	$P_9$ водної ентропії

*Стратегія економіко-екологічно безпечного розвитку  
систем водопостачання (шляхи удосконалення)*

$P_1$  цільовий – гармонізація державних стандартів на питну воду та наближення технологій її виробництва і обсягів споживання населенням до нормативів ЄС.

Цей принцип впливає із законодавства про питну воду [4, ст.6], що декларує гарантоване забезпечення населення якісною і безпечною для здоров'я людини питною водою та вирішується через:

- пріоритетність питного водопостачання перед іншими видами спеціального водокористування і науково обґрунтоване нормування якості питної води та нормативів її споживання;
- обов'язковість державної екологічної і санітарно-епідеміологічної експертизи проектів господарської, інвестиційної та іншої діяльності, яка може негативно вплинути на стан джерел і систем питного водопостачання;
- запобіжний характер заходів щодо охорони джерел і систем водопостачання та економічне стимулювання раціонального використання питної води.

Системи питного водопостачання за визначенням [4, ст.1] мають цільове призначення, а їх елементи або окремі підсистеми організовані та орієнтовані на досягнення основоположної мети і виконання головної корисної функції.

$P_2$  мінімуму – змінення пріоритетів від нарощування потужностей водопроводів до мінімізації подачі, втрат, неврахованих витрат і надмірних напорів води в мережі, ушкоджень на трубопроводах, питомих витрат електроенергії тощо.

Розвиток суспільства вимагає переосмислення та істотного перегляду змісту питного водопостачання. Навряд доцільним і припустимим є стан, коли тільки на питні цілі йде менш як 1-3% підготовленої питної води. Інша вода втрачається при транспортуванні або проходить транзитом через санітарно-технічні прилади в квартирах. А чи потрібно нам стільки води, що відповідає питним стандартам, які ми робимо ще більш жорсткими?

В нових економічних і соціально-екологічних умовах у зв'язку з погіршенням стану водних джерел, низьким рівнем оплати послуг населенням, підвищенням вимог до якості питного водопостачання, відновленням здоров'я і демографічного процесу зростання кількості населення, поняття «кінцевого результату» для системи водопостачання має бути переглянуте і змінене [5].

У попередні періоди основний результат співвідносився з нарощуванням потужностей водопостачання, а збільшення добового водоспоживання розглядалося як поліпшення добробуту народу. На сучасному етапі важливою підсумковою ознакою стає раціональне водоспоживання при мінімальних втратах питної води, коли пріоритети віддаються мінімізації: подачі води, експлуатаційних витрат, спожитої електроенергії тощо (табл.2).

Таблиця 2 – Найбільш значні характеристики системи водопостачання щодо досягнення найкращих показників її функціонування  $P_f$

$P_f \rightarrow \min \rightarrow 0$	$P_f \rightarrow \min$	$P_f \rightarrow \text{opt}$
Скарги споживачів на неякісні послуги водопостачання	Питома витрата електроенергії на подачу і реалізацію води	Негативний вплив на довкілля
Надлишкові напори води в мережі	Подача води головними спорудами	Тариф на питну воду з врахуванням складових на розвиток і підвищення ступеня надійності системи водопостачання
Втрати і невраховані витрати води під час транспортування	Відведення нормативно очищеної стічної води у водні об'єкти	Економічність системи
Нестандартні проби питної води	Чисельність експлуатаційного персоналу	Інтегровані показники, що сукупно характеризують якість, подачу і тиск води
Аварії і пошкодження на трубопроводах	Приведені експлуатаційні витрати на 1 м <sup>3</sup> води	

*P<sub>3</sub> різноманіття* – збільшення стійкості системи життєзабезпечення міст за рахунок зростання різноманіття видів питного водопостачання та функціонально-додаткового поширення їх компенсаційних можливостей у кризових ситуаціях.

Забезпечення населення якісною питною водою, перш за все, лежить в економічній площині. Ставлячи перспективну задачу щодо підвищення якості питної води в масштабах великих і малих міст, ми ще більше входимо в суперечність з господарсько-економічною доцільністю та реально обмеженими фінансовими можливостями. Виробництво питної води та її постачання по єдиній розподільчій мережі, у тому числі на виробничі потреби, ведуть до збитків у вигляді перевитрат реагентів, електроенергії та ін. [7].

Зараз вже не можна замикатися виключно на існуючій схемі централізованого водопостачання, коли лише незначна кількість питної води йде дійсно за прямим призначенням – на питні потреби. В цьому сенсі принцип погоджується з положенням О.О.Богданова про структурну сталість організації [6].

Представляється, що загальна модель водопостачання міст у майбутньому – це оптимальне, економічно вивірене поєднання різних підходів до питного і технічного водопостачання з розробкою і реалізацією цілого ряду напрямків:

- створення комплексу локальних станцій кондиціонування питної води в житлових мікрорайонах; застосування компактних установок (пристроїв) з доочищення води на об'єктах соціальної сфери;
- влаштування пунктів розливу води (у тому числі пересувних); розширення мережі нецентрального постачання населенню високоякісної питної води; організація роздавальних свердловин з підземних горизонтів у містах, що базуються головним чином на поверхневих джерелах водопостачання тощо.

*Комплексність вирішення проблеми ЕБВ  
(механізми взаємодії та засоби реалізації)*

*P<sub>4</sub> повноти* – зміст ЕБВ повинен становити цілісну систему – від природного джерела до споживача і далі через систему водовідведення знову до водного об'єкта – на всіх стадіях виробництва і використання води.

Якість питної води комунальних водопроводів залежить від трьох основних складових: екологічного стану джерел водопостачання, методів санітарної обробки води і аварійності трубопроводів.

Забруднення водних об'єктів за недостатньою ефективністю роботи очисних споруд водопідготовки тягне за собою погіршення якості питної води та створює серйозну небезпеку для здоров'я населення.

Більшість фільтраційних споруд України збудовано в 60-х роках минулого століття, коли водні об'єкти мали переважно другий клас якості, нині ж – третій або ж четвертий. Солі важких металів або радіонукліди практично транзитом проходять крізь фільтри очисних споруд. В основному вода очищується від мутності, кольоровості, та здійснюється знезаражування хлором для епідеміологічної безпеки.

Друга вада пов'язана з комунікаціями, коли понад 30 % водопровідних мереж перебуває в аварійному стані. Після споруд кондиціонування, товарна вода, в основному, придатна для пиття, але поки вона пройде по трубах, значно втрачається рівень якості. Система водопостачання як складний комплекс водогосподарських об'єктів може функціонувати надійно і ефективно лише за умови безперебійної роботи його окремих елементів: від гідротехнічних споруд – до водопровідних кранів споживачів через розводні водогінні мережі.

Тому в концепцію комплексності ЕБВ входить оновлення моделі, впровадження інноваційних технологій, залучення інвестицій в сектор екобезпеки, включення ГІС технологій в механізм безпеки, розробка і виконання цільових програм та ін. З іншого боку – це заходи міської влади щодо цільового фінансування ремонтних робіт на території міст, рішення проблем підтоплення, додержання санітарних норм шкідливого впливу забруднювачів повітря, землі, водних ресурсів.

*P<sub>5</sub> відповідності* – ЕБВ забезпечується конструкцією, що мінімізує техногенний ризик, є найпростішою для виконання своїх функцій, адекватно реагує на зовнішні фактори довкілля та оптимальна за витратами матеріалів і енергії.

Це координується з основними положеннями біології: принципами відповідності, максимальної простоти, оптимальності, адекватності змін, а також законом Б.Комонера (1970 р.): «Природа знає краще».

*P<sub>6</sub> профілактики* – удосконалення екологічної безпеки на регіональному й національному рівнях доцільніше і дешевше, ніж усунення наслідків реалізованої небезпеки з витрачанням матеріально-трудових ресурсів на відновлення безпеки водопостачання.

Підвищення екологічного ризику для природних вод збільшує вірогідність несприятливих наслідків для водних екосистем та їх компонентів, у тому числі погіршення якості води. В свою чергу це адекватно «підсилює» можливість виникнення небажаних порушень у сфері питного водопостачання, оскільки запас міцності комунальних водогосподарських систем обмежений.

Очевидно, що, не забезпечивши прийнятний екологічний стан водних джерел шляхом наближення до екологічних нормативів, важко чекати гарантованого дотримання гігієнічних нормативів питної води,

що регулюються санітарним законодавством.

*Умови обмеження та лімітуючі фактори*

*P<sub>7</sub> невизначеності* – якість води та екологічну безпеку систем питного водопостачання з їх стохастичними особливостями досить складно вмонтувати в рамки гарантійного механізму, але можна підвищувати ймовірність їхнього досягнення та знижувати ризики.

ЕБВ – близький до стохастичного проявлення процес, що знаходиться під впливом двох основних чинників: природного і антропогенного. Той же ризик випадкового або навмисного внесення через воду збудників хвороб існує завжди, і повне його усунення, на жаль, неможливо. Підтвердженням тому є чимало прикладів у різних регіонах України і зарубіжжя.

З принципу невизначеності безпосередньо впливає обмеженість надійності системи водопостачання в цілому і бар'єрних функцій очисних споруд зокрема. Внаслідок підвищеного забруднення джерел традиційні водоочисні технології в більшості випадків стали недостатньо ефективними, і водопровідні споруди забезпечують надійну підготовку і подачу питної води гарантованої якості в межах розрахункової вірогідності.

До фактів небезпеки треба готуватися весь час, але коли вона реально відбувається, в будь-якій системі безпеки можуть проявитися збої різного рівня і ступеня наслідків. І водопровід не є виключенням. При цьому управління здійснюється в ситуації недостатніх вхідних даних, тобто ЕБВ слід розглядати як керований процес, але в умовах невизначеності та неповноти інформації.

*P<sub>8</sub> ресурсних потреб і можливостей* – якість життя і добробуту людини залежать не тільки від окремих показників якості питної води, але й від синергічного ефекту дії всієї сукупності хімічних і біологічних компонентів одночасно [2, с.36-39; 8].

Згідно з поглядами синергізму результат одночасної або різночасної дії окремих чинників на систему, нерівнозначний сумі результатів, що викликаються тими ж чинниками, якщо вони діють об'єднано. Складання активних компонентів питної води приносить не просто суму їх дій, а абсолютно нову якість: відбувається взаємне доповнення і посилення окремих складових.

Найбільш шкідливі речовини, навіть якщо вміст кожної з них не перевищує ГДК, можуть в сукупності зробити небезпечну для людини воду.

Інгредієнти здатні підсилювати дію один одного і ставати причиною серйозних захворювань. «Їх спільна дія на організм людини перетворилася на реальну загрозу здоров'ю» [9, с.23]. Особливого значення

набувають забруднюючі агенти з токсичною кумулятивною дією і канцерогенні речовини.

Після лабораторного аналізу і чисельного визначення показників якості, що лімітуються, синтез води як спосіб її пізнання та атрибут системної методології, так чи інакше, залишається за організмом людини, впливаючи на якість життя.

Інший аспект ЕБВ – це система ресурсів (економічних, технічних, організаційних), які система може витратити на екологічну безпеку. В кризових ситуаціях ці ресурси зведено до мінімуму, тим більше їх фінансова складова. Але вони ні в якому разі не можуть мати „нульове значення”. З економічної точки зору вони мають акумулюватися в тарифній складовій, амортизаційному фонді, в спеціальних резервах, бо теорія управління дає чіткий висновок, що безрезервні системи не є життєво стійкими. В ресурсній частині ЕБВ теж проявляє синергічний ефект, оскільки є механізм комбінаторики витрат на різні заходи. І завдання управління системою ЕБВ саме в тому й полягає, щоб фінансові витрати в сутності формували синергічний ефект, а не створювали дифузійну систему витрат капіталу.

*Р<sub>9</sub> водної ентропії* – з обмеженим поширенням складу контрольованих показників ЕБВ може частково підвищуватись, але ентропія як міра інформаційної невизначеності, практично не зменшується [2, с. 39-42; 10].

Спектр забруднюючих воду речовин поширюється швидше, ніж впроваджуються атестовані документи їх визначення. Номенклатура нових синтезованих хімічних сполук збагачується в геометричній прогресії, їх кількість обчислюється вже сотнями тисяч. Так, електронна колекція карт хімічної безпеки Корнелського університету містить 250 тис. речовин.

Методики виміру, оснащення лабораторій, фінансові можливості водопостачальних організацій обмежують реальне оцінювання контрольованих показників – десь на рівні сотні. І дистанція між фактичним станом якості води і потенціалом його рівноцінного відстеження з кожним роком збільшується.

Ймовірність нереєстрованих відхилень нормативних показників у просторово-часовому розрізі також зростає. Система фіксує лише ту частину інформації, яка відповідає її внутрішній організації і її банку даних.

У теорії інформації ентропія (за К.Шеноном) характеризує міру невизначеності ситуації або дезорганізації структури. Сама інформація відображає міру впорядкованості. В закритій системі при стабільній якості води, збільшення інформації приводить до зменшення ентропії.

Для відкритої системи, коли склад і властивості води постійно змінюються, інформаційна невизначеність щодо якості води не скорочується хоча б на тій підставі, що існує значно більше можливостей переходу в стан з більшою ентропією, ніж навпаки.

*Наслідок 1.* Кількість визначених показників необов'язково переходить в поліпшення якості води.

*Наслідок 2.* Діяльність господарюючих суб'єктів у сфері водопостачання підпорядковується загальному принципу найменшої дії – підтриманню якості питної води на мінімально можливому нормативному рівні.

*Наслідок 3.* Поширення переліку вимірювальних показників без матеріального супроводу стимулює приховання інформації про якість води.

Як підтвердження деяких важливих положень викладеного методологічного матеріалу щодо ЕБВ, маємо вказати на перевірені факти. Зокрема, принцип водного синергізму ( $P_8$ ) підтверджено експериментами з визначення адитивного індексу забрудненості  $I$  за відносним вмістом  $C/C_{\text{ПДК}}$  18 важких металів у 14 послідовних контрольних точках (на протязі 150 км) джерел і системи водопостачання. Величина  $I$  досягає 3, що одночасно обґрунтовує необхідність застосування принципу повноти  $P_4$ .

Таким чином, нами запропоновано науково-методологічні передумови вирішення проблеми ЕБВ у вигляді принципів, що розвивають відомі екологічні закономірності та складають наукову базу для обґрунтування, розроблення і здійснення заходів із підвищення безпеки систем питного водопостачання.

Методологічні принципи систематизовано за трьома основними складовими: стратегія екологічно безпечного розвитку систем (шляхи удосконалення), комплексність вирішення проблеми (засоби реалізації) та реально існуючі умови обмеження та лімітуючі чинники. Сформульовані положення визначають пріоритетні напрямки розвитку комунального водопостачання, організацію наукової практики та впровадження відповідних технічних рішень. Вони також створюють методичні установки на розвиток екобезпеки на міськводопроводі та в цілому в системі міського господарства.

1.Василенко С.Л. Экологическая безопасность водоснабжения. – Харьков: Райдер, 2006. – 320 с.

2.Василенко С.Л. Законы водоснабжения. – Харьков: Райдер, 2006. – 80 с.

3.Василенко С.Л. Екологічна безпека водопостачання: основні принципи // Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: 36. наук. ст. Т.1. / УкрНДІЕП. – Харків: Райдер, 2005. – С.251-256.

4.Про питну воду та питне водопостачання: Закон України // ВВР. – 2002. – №16,



ст. 112 / Документ 2918-14, остання редакція від 20.06.2007.

5. Дымченко Е.В. Учет социально-экономических и экологических последствий строительства как путь к сбалансированному развитию городских территорий // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «За безопасную окружающую среду для устойчивого развития». – Дубна (Российская Федерация): Междунар. ун-т природы, общества и человека «Дубна», 2007. – С.283–289.

6. Богданов А.А. Тектология. Всеобщая организация науки. Т.1. – М.: Экономика, 1989. – 304 с.

7. Василенко С.Л. Принцип синергетического действия питьевой воды // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Вода і здоров'я» IV Міжнародного Водного Форуму «Аква – Україна 2006». – К.: Укр. Водна асоціація, 2006. – С.296-297.

8. Гончарук В.В. Вода: проблемы устойчивого развития цивилизации в XXI веке. – К.: ИКХХВ НАН Украины, 2003. – 47 с.

9. Василенко С.Л. Принцип водной энтропии // Матеріали Всеукр. науково-практ. інтернет-конф. «Простір і час сучасної науки». – К.: ТК Меганом, 2006. – С.1-2. – Режим доступу: [http://sodium.sitcity.ru/ltext\\_2104195627.phtml](http://sodium.sitcity.ru/ltext_2104195627.phtml).

*Отримано 26.03.2009*

УДК 628.2 : 658.5

О.В.СТАРКОВА, Е.А.ШАПОВАЛОВА, Л.А.ГНУЧИХ, кандидаты техн. наук  
*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Предлагается научно обоснованный подход к выбору оптимального метода ремонтно-восстановительных работ на канализационных коллекторах. В качестве критериев оптимальности выступает стоимость и продолжительность восстановления участка водоотводящей сети.

В настоящее время применение научно-обоснованных моделей и методов повышения эффективности безаварийной эксплуатации городских водоотводящих и других коммунальных сетей приобретает особую актуальность. Комплексное рассмотрение проблемы эффективного управления восстановлением городских инженерных инфраструктур включает анализ состояния участков трубопроводов, оперативное реагирование на любые изменения, избежание аварийных ситуаций, составление приоритетных списков восстановления и осуществление ремонтно-восстановительных работ наиболее приемлемым методом.

Настоящая статья является продолжением работы [1]. В мировой практике накоплен значительный опыт ремонта и восстановления канализационных сетей различными методами. Выбор этих методов в каждом конкретном случае должен сопровождаться глубоким анализом состояния сети, зависеть от состояния коллектора и имеющихся