

УДК 628.1:504.05

КОНЦЕПЦІЯ ПРИЙНЯТНОГО РИЗИКУ В ПИТНОМУ ВОДОПОСТАЧАННІ МІСТ

*С. Л. Василенко, канд. техн. наук
(Комунальне підприємство «ВТП Вода»);
О. С. Волошкіна, д-р техн. наук, проф.
(Київський національний університет
будівництва і архітектури)*

Розглянуто теоретико-прикладні аспекти застосування концепції прийняттого ризику на внутрішньо- і зовнішньосистемному рівнях небезпеки для систем господарсько-питного водопостачання міст.

Рассмотрены теоретико-прикладные аспекты применения концепции приемлемого риска на внутри- и внешнесистемном уровнях опасности для систем хозяйственно-питьевого водоснабжения городов.

The theoretic-applied aspects of application conception of acceptable risk at internal and external levels of security are considered for municipal drinking water supply systems.

Вступ. Водопостачання міст як особливо важлива структура життєзабезпечення стратегічного призначення є визначальною складовою охорони здоров'я людини, національної безпеки і соціально-економічного розвитку держави.

В той же час у багатьох регіонах країни не додержується нормативна якість питної води через неналежний екологічний стан джерел водопостачання, відсутність економічно прийнятних очисних технологій і незадовільні технічні характеристики водогінних мереж, які спричинюють так зване «вторинне» бактеріальне і хімічне забруднення води.

Це нагальна проблема не лише України, але й багатьох країн зарубіжжя.

Науково-методологічні передумови її вирішення ґрунтуються на аксіоматиці [1], що спрямована на розвиток законів, правил і принципів екології та їх поширення на сферу еколо-

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

гічних аспектів діяльності у галузі водопостачання, виходячи з позицій сучасних концепцій природознавства й активних відносин людини з довкіллям.

Зокрема, система постулатів визначає основоположні домінанти:

- про *евентуальну небезпеку* — діяльність з водопостачання потенційно небезпечна;
- *водно-екологічний дуалізм* — водопостачання на практиці несе неусувне екологічне протиріччя;
- *ап'юріорну непередбачуваність* — безумовну нешкідливість води для питних цілей гарантувати неможливо;
- *релятивну стійкість* — абсолютна сталість систем водопостачання недосяжна.

Означені аксіоми співвідносяться з положеннями загальної теорії безпеки, де використовуються закони, методи та критерії природних, технічних і суспільних наук.

Головний її принцип — відмова від ідеї «абсолютної безпеки», згідно якої будь-який технологічний об'єкт кваліфікується як безпечний при дотриманні вимог по його експлуатації, і перехід до концепції «прийнятного ризику», за якою небезпека ап'юріорі присутня завжди, як в теоретичному так і практичному сенсі.

Централізоване водопостачання міст володіє всіма властивостями складних динамічних систем, відрізняється структурованістю, взаємозв'язком і взаємозалежністю окремих елементів, а його поведінка характеризується відкритістю, мінливістю, стохастичністю і частковою невизначеністю.

Тому повсякчас існує деякий ризик (як міра небезпеки, збитку чи можливих втрат), що, насамперед, за якістю питної води, не може бути прийнятий рівним нулю.

Метою даної роботи є обґрунтування безпеки в централізованому питному водопостачанні міст із поширенням концепції прийнятного ризику.

Принцип невизначеності. Одним із основних методологічних положень екологічної безпеки систем питного водопостачання міст (ЕБВ) є принцип невизначеності [2] (обмеження, лімітований фактор): якість води та ЕБВ з їх стохастичними особливостями немає як гарантувати, але можна підвищувати ймовірність їхнього досягнення та знижувати несприятливі ризики.

Безпека водопостачання — випадковий (стохастичний) процес, що знаходиться під впливом природних і антропогенного факторів. Той же ризик непередбаченого або навмисного внесення через воду збудників хвороб існує завжди, і цілком його усунути, на жаль, неможливо. Підтвердженням тому є чимало прикладів в різних регіонах світу.

З принципу невизначеності безпосередньо впливає обмеженість можливостей системи водопостачання в цілому і бар'єрної функції очисних споруд зокрема.

Кількісно ступінь ЕБВ можна виразити в імовірних категоріях, евристичних оцінках, рівнях довіри, у категоріях простору станів і навіть звичайного коефіцієнта корисної дії [3]. Але абсолютну безпеку гарантувати неможливо. До будь-якої небезпеки можна готуватися весь час, але коли вона реально приходить, у будь-якій системі безпеки можуть відбуватися збої різного рівня і ступенів з негативними наслідками. При цьому процес управління здійснюється в умовах невизначеності та неповноти інформації.

Визначення ідеології прийнятного ризику. Виходячи із наведеної аксіоматики і принципу невизначеності, а також проводячи аналогії з роботою [4, с. 48], можна сформулювати концепцію прийнятного ризику (ПР) в питному водопостачанні міст у вигляді наступної тріади:

а) ризик, обумовлений господарчою діяльністю в сфері водопостачання, не повинен перевищувати ПР;

б) витрати на підтримання ПР мають співвідноситись із доходами, одержаними від реалізації питної води;

в) діяльність з водопостачання, що утворює ризик, більший за ПР, є неприпустимою незалежно від одержуваної вигоди.

Ризик небезпеки r , наприклад, може вираховуватись через добуток імовірності настання несприятливої події p і величини очікуваного збитку S від неї (табл. 1).

Небезпека наявна (статистично значима), якщо числові значення p і S одночасно та важимо відрізняються від нуля.

ПР на внутрішньосистемному рівні небезпеки. Головним чинником комунального водопостачання, насамперед, є якість питної води, що обумовлює сферу застосування концепції ПР в водопостачанні міст на внутрішньосистемному рівні небезпеки, наприклад:

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

– оптимізація точок контролю якості води, періодичності відбору проб і складу вимірювальних пріоритетних показників у водопостачальній мережі;

– припустиме відхилення показників відібраних проб від діючих нормативів протягом року, що згідно з ДержСанПіН «Вода питна» [5, табл. 1] складає 95–98% за мікробіологічними показниками безпеки питної води ($p = 0,02–0,05$).

Таблиця 1 — Імовірні оцінки категорії ризику

Імовірність події	Збиток від події	Небезпека ситуації	Ризик небезпеки
$0 < p < 1$	$S = 0$	Немає	$r \rightarrow \varepsilon \approx 0$
$p \rightarrow 0$	Великий	Немає	$r \rightarrow \varepsilon \approx 0$
$0 < p < 1$	$S \neq 0$	Є	Є

Таким чином, ПР кількісно впливає з компромісного рішення між прагненням зменшити рівень ризику небезпеки та витратами на це зниження і має дві складові:

негативна — можливість подій погіршення якості води, що не реєструються, у просторово-часовому розрізі системи її подачі та розподілу;

позитивна — оптимізація фінансово-трудоових витрат.

В останньому випадку ризик є оправданим, якщо не існує інших стовідсоткових чисельно вимірювальних засобів досягнення цілі, і ця ціль виправдовує засоби [6, с. 7].

ПР і сталість системи. Виходячи з постулату про релятивну стійкість, цілком закономірним є застосування концепції ПР для уточнення поняття *сталості функціонування системи водопостачання*, що визначимо як її спроможність виконувати головну корисну функцію, коли кількість споживачів n і час t , за який вони не одержують воду нормативної якості та в необхідній кількості, не перевищує заданої величини прийнятого ризику $r=f(n, t)$.

В такому визначенні підтримання стійкості передбачається навіть в екстремальних умовах (тероризм, природно-техногенні катастрофи тощо) з режимним переведенням системи на обмежене водопостачання і поширенням децентралізованих форм поставки води. Це відповідає положенню О. Богданова

про структурну сталість організації [7] та *принципу різноманітності ЕБВ* [2], а саме — збільшення стійкості системи життєзабезпечення міста за рахунок зростання різноманіття видів питного водопостачання та функціонально-додаткового поширення їх компенсаційних можливостей у кризових ситуаціях. Прийнятний ризик r визначається групою людей, у яких виникають негативні ефекти за кількістю і якістю води, — з їх повторенням і тривалістю в часі.

В ідеальній (абсолютно стійкій) системі $r = n = t = 0$.

Окреслюючи часовий інтервал t , необхідно враховувати важливу відзнаку про постійний (безперервний в часі) характер забезпечення споживачів питною водою.

Отже, «недодача» послуги в повному обсязі не може потім компенсуватися за рахунок її подальшого інтенсивнішого представлення в збільшених об'ємах.

Розглядаючи безперебійність водопостачання, Кабінетом Міністрів України (постанова від 21.07.2005 р. № 630) встановлено допустимий термін відхилення показників: не більше 6 годин на добу при цілодобовому режимі або 30% загального часу подачі води по затвердженому режиму (не більше двох раз на місяць).

ПР на зовнішньосистемному рівні небезпеки. На поверхневих водних об'єктах — джерелах питного водопостачання завжди присутній екологічний ризик, що виявляється в різних просторових аспектах: лінійному — уздовж водотоків, майданчиковому — по затопленню долин, басейновому і регіональному — за водорозподільними та адміністративними ознаками. Загрози водним джерелам пов'язані головним чином із критичним змінням рівнів води (збільшенням або зменшенням) і погіршенням її якості.

Небезпеки подібного роду виникають від природних та антропогенних подій: паводків, техногенних катастроф, терористичних актів, винесення забруднюючих речовин із донних відкладень, розвитку фітопланктону, скидання стічної води та ін.

Дослідження ризиків на питних водозаборах, перш за все, потребує чітко визначитись з терміном «аварії на водному об'єкті», що використовується у Водному кодексі України (глава 21), але без визначення самого поняття.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

З точки зору ЕБВ і чинників небезпеки на джерелах водопостачання (рівень «надсистеми») критичні умови у разі аварій на водних об'єктах будемо розглядати на стику двох процесів (рис. 1): шкідливої дії вод при руйнуванні гідротехнічних споруд із утворенням хвилі прориву та забруднення вод у випадках залпового скидання забруднюючих речовин від екологічно небезпечних підприємств і накопичувачів зворотної води. У першому випадку можна також говорити про «ризик гідродинамічних аварій» [8, п. 6.6] з наслідками, що систематизуються за причинами виникнення, характером впливу, регіональними особливостями та екологічною значущістю [9].



Рис. 1. Схема виникнення аварійних ситуацій і ризику порушення водопостачання з поверхневих джерел

Відповідний ризик для системи водопостачання дорівнює добутку ймовірностей p' — виникнення негативних процесів у водному джерелі та p'' — уразливості системи (її неспроможності встояти перед небезпекою), помноженому на величину збитків від події S у вигляді можливих фінансово-економічних і соціальних втрат.

Тут необхідно враховувати, що небезпека та уразливість, строго кажучи, не є подіями, а характеризують властивості досліджуваних об'єктів. При цьому уразливість — одна із складових небезпеки поряд з такими поняттями, як захищеність, безвідмовність тощо. По відношенню до одного і того ж об'єкта вживання якихось імовірнісних оцінок небезпеки і уразливості не може вважатися методологічно вірним.

Тому на рис. 1 виконано розділення: небезпека у вигляді усередненої оцінки найбільш значимих чинників — джерелу водопостачання, та уразливість іншого об'єкта — самої системи водопостачання.

Висновки. Підґрунтям прийняття концепції прийнятного ризику є аксіоматика водопостачання про евентуальну небезпеку систем, їх екологічні протиріччя і недосягнення абсолютної сталості, апіорну непередбачуваність шкідливості води для питних цілей. Ідеологія прийнятного ризику впливає із методологічного принципу невизначеності екологічної безпеки водопостачання, відповідно з яким повноцінна якість водопровідної води з її стохастичними особливостями стовідсотково не гарантується, але забезпечується постійне підвищення вірогідності її досягнення зі зниженням несприятливих ризиків.

Прийнятний ризик на внутрішньосистемному рівні небезпеки визначається кількістю людей, у яких виникають негативні ефекти за обсягом і якістю питної води, — з їх встановленою тривалістю в часі. На зовнішньосистемному рівні небезпеки відповідний ризик для системи водопостачання характеризується ймовірними характеристиками виникнення негативних процесів у водних джерелах і уразливості системи та величиною збитків, що очікуються, у вигляді можливих фінансових і соціальних втрат.

* * *

1. Василенко С. Л. Аксіоматика питьового водоснабження: екологічний аспект / С. Л. Василенко // Екологія і ресурси. — К.: ІПНБ, 2006. — Вип. 14. — С. 55—65.

2. Василенко С. Л. Екологічна безпека водопостачання: основні принципи / С. Л. Василенко // Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. ст. / УкрНДІЕП. — Харків: Райдер, 2005. — Том 1. — С. 251—256.

3. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення / А. Б. Качинський. — К.: НІСД, 2001. — Вип. 5. — 312 с.

4. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация последствий / Матер. Междунар. конф. — Харьков: ИРЭ НАН Украины, 2000. — 378 с.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

5. Вода питна. Нормативні документи: Довідник. / За заг. ред. В. Л. Іванова. — Львів: Леонорм, 2001. — Т. 1. — 260 с.
6. Хилько М. І. Екологічна безпека: термінологічний словник-довідник / М. І. Хилько, В. І. Кушерець. — К.: Знання України, 2006. — 144 с.
7. Богданов А. А. Тектология. Всеобщая организация науки / А. А. Богданов / Под ред. Л. И. Абалкина. — М.: Экономика, 1989. — Т. 1. — 304 с.
8. Данилишин Б. М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки / Б. М. Данилишин, В. В. Ковтун, А. В. Степаненко. — К.: Лекс Дім, 2004. — 551 с.
9. Наседкін Є. І. Систематизація процесів і наслідків шкідливої дії природних вод / Є. І. Наседкін, О. М. Митрофанова // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. — 2007. — № 6. — С. 40—45.

Отримано: 3.10.2009 р.