

УДК 631.862.1 (088.8)

## ЙМОВІРНІСНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ ВОДИ В СИСТЕМАХ ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УМОВАХ ДІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**Ф.І. Гончаров, доцент, к.т.н., В.М. Штепа, ст. викл., к.т.н.,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ**

*Анотація.* З урахуванням технологічних аспектів систем водокористування та математичного апарату теорії ймовірності встановлено шляхи забезпечення необхідної якості води у кінцевого споживача.

*Ключові слова:* надзвичайна ситуація, безпека, теорія ймовірності, водокористування, водопостачання.

## ВЕРОЯТНОСТНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**Ф.И. Гончаров, доцент, к.т.н., В.Н. Штепа, ст. пр., к.т.н.,  
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев**

*Аннотация.* С учётом технологических аспектов систем водопользования и математического аппарата теории вероятности определены пути обеспечения необходимого качества воды у конечного потребителя.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, безопасность, теория вероятности, водопользование, водоснабжение.

## PROBABILISTIC ASPECTS OF QUALITATIVE WATER MAINTENANCE IN SYSTEMS OF WATER USE IN CONDITIONS OF EMERGENCY SITUATIONS

**F. Honcharov, Associate Professor, Candidate of Technical Science,  
V. Shtepa, senior lecturer, Candidate of Technical Science, National University  
of Bioresources and Wildlife Management of Ukraine, Kyiv**

*Abstract.* Taking into account technological aspects of systems of water use and mathematical apparatus of the theory of probability, ways of necessary water quality maintenance for the final consumer are defined.

*Key words:* emergency situation, safety, probability theory, water use, water supply.

### Вступ

На фоні некерованих явищ та внаслідок впливу надзвичайних ситуацій модель процесу забезпечення якості води в системі водокористування матиме розгалужену структуру з багатьма змінними складовими і малою ймовірністю отримання правильного рішення та його конструктивного виконання.

Для забезпечення якісної води у кінцевого споживача в надзвичайних ситуаціях необхідно визначити рівень залежності якості води від зовнішнього впливу небезпечних речовин, стану і функціональних можливостей системи в цілому та чотирьох її складових елементів: поверхні водозбору, джерела водозабезпечення, мережі водопостачання і об'єкта водокористування.

### Аналіз публікацій

На підставі проведеного аналізу досліджень методів, заходів та конструктивних рішень забезпечення якісної води в системі водокористування [1–3], на теоретичному рівні визначились з видами надходження потоків подій  $A_i$  (незалежні чи такі, що виключають одна одну) [4, 5], які встановлюють рівень забруднення води внаслідок прояву небезпечних речовин в надзвичайних ситуаціях для кожного складового елементу і системи водокористування в цілому (рис.1).

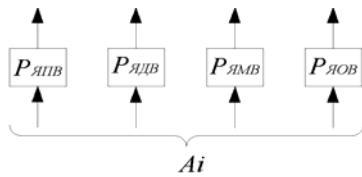


Рис.1. Схема дії потоку подій на якість води в системі водокористування:  $A_i$  – потоки подій, що визначають забруднення води внаслідок дії небезпечних речовин в надзвичайних ситуаціях;  $R_{япв}$ ,  $R_{ядв}$ ,  $R_{ямв}$ ,  $R_{яов}$  – потік подій забруднення води відповідно: на поверхні водозбору, у джерелі водозабезпечення, у мережі водопостачання і в об'єктах водоспоживання

Поверхня площі водозбору, яка має багато власників різних форм і підпорядкування, визначає якість води для джерела водозабезпечення. У надзвичайних ситуаціях саме поверхня водозбору в першу чергу схильна до забруднення через свої значні розміри. Вона приймає на себе надходження небезпечних речовин техногенного (аварії, пожежі тощо) та природного (епідемії, урагани тощо) походження в розчинній і нерозчинній формах (рис. 2).

У випадку дії небезпечних речовин в надзвичайних ситуаціях на поверхні водозбору вид надходження потоку подій буде таким, що взаємно виключає якість води як на поверхні водозбору, так і у джерелі водозабезпечення.

Усунення процесів поширення небезпечних речовин на поверхні території водозбору та знешкодження їх самих сприятиме збереженню чистоти біоресурсів та безпеці природокористування.

Аналогічним чином проаналізовано функціонально-технологічні особливості решти

елементів системи водокористування: джерел водозабезпечення, мережі водопостачання і об'єкта водокористування.

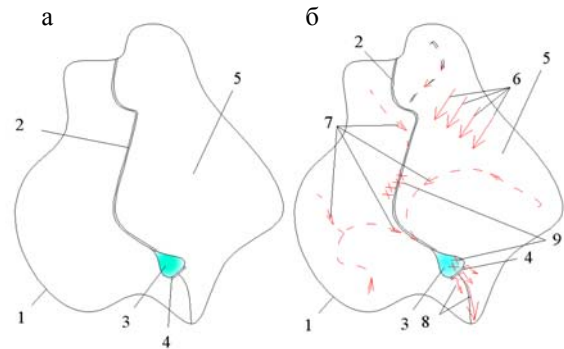


Рис. 2. Схеми функціонування поверхні території водозбору в надзвичайних ситуаціях: а – у штатному режимі; б – в умовах дії небезпечних факторів: 1 – межа площі водозбору, 2 – русло річки, 3 – штучне водосховище (джерело водозабезпечення), 4 – дамба, 5 – поверхня площі водозбору (сільгоспугіддя), 6 – надходження небезпечних речовин в надзвичайній ситуації, 7 – поверхневий стік із небезпечними речовинами, 8 – повінь, затоплення, руйнація споруд, 9 – вторинне забруднення небезпечними речовинами

### Мета та постановка задачі

Визначення основних напрямів забезпечення гарантованої якості води в системах водокористування з урахуванням ймовірності впливу надзвичайних ситуацій (природного та техногенного походження).

### Ймовірнісна модель системи водокористування в умовах дії надзвичайних ситуацій

Залежно від виду потоку подій на підставі теорії ймовірності визначимось із прийнятною ймовірністю сумісної появи усіх чи однієї з чотирьох подій. Значення розрахункового показника ймовірності для незалежних потоків подій  $A_i$  внаслідок дії небезпечних речовин у надзвичайних ситуаціях на елементи і системи водокористування в цілому (рис. 3) [6]

$$P(\text{ПВ і ДВ і МВ і ОВ}) = P\left(\prod_{i=1}^n A_i\right), \quad (1)$$

де  $A_i$  – незалежні потоки, які визначають рівень забруднення води внаслідок дії небезпе-

чних речовин в надзвичайних ситуаціях відповідно ( $A1=ПВ$ ,  $A2=ДВ$ ,  $A3=МВ$ ,  $A4=ОВ$ ): на поверхні водозбору, у джерелі водозабезпечення, у мережі водопостачання і в об'єкті водоспоживання.

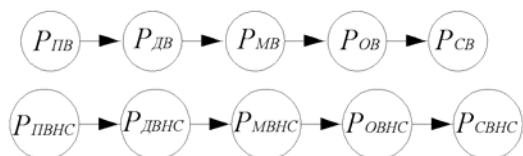


Рис. 3. Система з послідовними елементами водокористування (статична модель забезпечення якості води в системі водокористування з незалежними потоками подій): а – у штатних умовах; б – в умовах дії надзвичайних ситуацій;  $P_{СВ}$ ,  $P_{СВНС}$  – ймовірність появи небезпечної події (забруднення води) в системі водокористування у штатному режимі і в надзвичайних ситуаціях;  $P_{ПВ}$ ,  $P_{ПВНС}$  – ймовірність появи небезпечної події (забруднення води) на поверхні водозбору в штатному режимі і в надзвичайних ситуаціях;  $P_{МВ}$ ,  $P_{МВНС}$  – ймовірність появи небезпечної події (забруднення води) в мережі водокористування в штатному режимі і в надзвичайних ситуаціях;  $P_{ОВ}$ ,  $P_{ОВНС}$  – ймовірність появи небезпечної події (забруднення води) в об'єкті водоспоживання у штатному режимі і в надзвичайних ситуаціях

Однак яким би великим не було наближення значення ймовірності незалежного потоку небезпечних подій для кожного складового елемента в ланцюзі системи водокористування до одиниці, загальний результат їх добутку буде значно меншим за одиницю. Для усунення зазначених недоліків системи водокористування необхідно і достатньо створити умови, за яких наслідки впливу дії небезпечних речовин на кожний складовий елемент системи водокористування не будуть поширюватися і впливати на інші. Для цього додатково необхідно кожний елемент системи водокористування оснастити засобами запобігання, знешкодження та вилучення небезпечних речовин і продуктів їх нейтралізації, які обмежать та усунуть їх поширення за межі цього елемента.

У зв'язку з цим пропонується алгоритмізована структура забезпечення гарантованої якості води в системі водокористування (рис. 4).

До виробничо-апробованих розробок, які дозволяють реалізувати схему забезпечення якості води в системі водокористування при

надзвичайних ситуаціях, відносяться: автоматична насосна станція (рис. 5) [7] та клиноподібний дисковий щілиноріз (рис. 6) [8].



Рис. 4. Схема забезпечення якості води в системі водокористування з незалежними від негативної дії небезпечних речовин в надзвичайних ситуаціях функціональними властивостями: НРвНС – надходження небезпечних речовин в надзвичайних ситуаціях; K1, K2, K3, K4 – засоби запобігання, знешкодження та вилучення небезпечних речовин; НР – вилучені небезпечні речовини та продукти їх знешкодження



Рис. 5. Зовнішній вигляд автоматичної насосної станції



Рис. 6. Виробничі дослідження клиноподібного щілиноріза

### Висновки

Передумовою забезпечення необхідної якості води в системі водокористування під час дії надзвичайних ситуацій техногенного та природного походження є обмеження (усунення) поширення небезпечних речовин і продуктів їх знешкодження за межі кожного складового елемента. Система з такими новими конструктивними властивостями відповідатиме терміну «система безпечної водокористування». При цьому очевидно, що система, яка ефективно функціонує в нештатних ситуаціях, у звичайному режимі демонструватиме кращі показники екологічної безпеки та раціонального природокористування.

### Література

1. Гончарук В.В. Вода: проблемы устойчивого развития цивилизации в XXI веке / В.В. Гончарук. – К. : ИКХХВ НАН Украины, 2003. – 48 с.
2. Запольський А.К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод / А.К. Запольський. – К. : Вища школа, 2005. – 671 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2008 році – Міністерство екології та природних ресурсів України. – К. : 2009. – 17 с.
4. Паникар И.И. Промышленное птицеводство и охрана окружающей среды / И.И. Паникар. – М. : Наука, 1988. – 302 с.
5. Хоружий П.Д. Довідник по сільськогосподарському водопостачанню / П.Д. Хоружий. – К. : Вища школа, 1992. – 296 с.
6. Хан Г. Статистические модели в инженерных расчетах / Г. Хан, С. Шапиро. – М. : Мир, 1969. – 342 с.
7. Гончаров Ф.І. Автоматичне регулювання тиску у трубопроводі (збурні впливи завислих частинок) / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Вісник Київського Національного університету технологій та дизайну. – К. : КНУДТ. – 2009. – №2 (46). – С. 35–39.
8. Гончаров Ф.І. Проблеми використання забруднених небезпечними речовинами вод для зрошування / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2010-01 (17), <http://nd.nauu.edu.ua/2010-1/10gfipds.pdf>.

Рецензент: А.В. Гриценко, професор, д.геогр.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 8 листопада 2010 р.