

## Література

1. Алымов В.Т. Техногенный риск [Текст] / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Акадмкнига», 2006 – 118 с.
2. Статюха Г.А. Оценка экологической опасности промышленных систем [Текст] / Г.А. Статюха, Т.В. Бойко, В.И. Бендюг // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-22: Сб. трудов XXII Международ. науч. конф.: В10 т. Т. 4. Секция 4, Псков. - 2009. - С. 36-38.
3. Sustainable Development In Quantity Indicators Of The Assessment Of Technogenic Safety (на англ. языке) [Текст] / Gennady St-  
atyukha, Tatyana Bojko, Vladyslav Bendyug, Arcady Shakhnovsky // Chemistry & Chemical Technology, Lviv, 2010, Vol. 4, №1– P. 69-72.

УДК 681.518:510.22::004.9

## ПОШУК ДЖЕРЕЛА ПОНАДНОРМАТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ МОНІТОРИНГУ ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ

**А.Є. Мезиненко**

Аспірант  
Кафедра інженерної і комп'ютерної графіки  
Харківський національний університет  
радіоелектроніки  
пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166  
Контактний тел.:(057) 702-13-78  
E-mail: anna.mezinenko@gmail.com

**Н.О. Манакова**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра прикладної математики та інформаційних  
технологій  
Харківська національна академія міського  
господарства  
вул. Революції, 12, м. Харків, 61169  
E-mail: natalym@rambler.ru

*У статті розглянуті питання, пов'язані з оптимізацією роботи міської служби водовідведення шляхом впровадження безперервного моніторингу промислових стоків. Це дозволить прискорити пошук джерела понаднормативних забруднень, контролювати якісний склад і кількість стоку*

*Ключові слова: моніторинг, система водовідведення, нечіткі множини*

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с оптимизацией работы городской службы водоотведения путем внедрения непрерывного мониторинга промышленных стоков. Это позволит ускорить поиск источника сверхнормативных загрязнений, контролировать качественный состав и количество стока*

*Ключевые слова: мониторинг, система водоотвода, нечеткие множества*

*In the paper the questions related to the optimization of City Sanitation Service through the introduction of continuous monitoring of industrial effluents. This will speed up the search for the source of excessive pollution, monitor the qualitative composition and amount of runoff*

*Key words: monitoring, drainage system, fuzzy sets*

**Вступ**

Різноманіття вимог до системи водовідведення, неповнота і суперечливість вхідної інформації призводять до того, що реальні завдання управління мережею доводиться вирішувати в умовах невизначеності. Дані про якісний склад і кількість стоку обробляються тільки при вході на очисні споруди в дискретні моменти часу. Це призводить до зниження швидкості реагування у разі виявлення порушень і ускладнює пошук

джерела понаднормативних забруднень, а також доказ його провини. У разі надзвичайної ситуації на очисних спорудах, шкідливі речовини потрапляють у водойми. Це може негативно вплинути на здоров'я людей і на стан навколишнього середовища.

Безперервний моніторинг стану технічних об'єктів, що надають техногенне навантаження на навколишнє середовище, є одним з актуальних завдань сучасної екології. Для ефективного видалення токсичних речовин із стічних вод необхідно мати відповідну

інформацію про склад і концентрації цих речовин у стічних водах промислових підприємств.

**Основною проблемою** є те, що стічні води підприємств схильні до значного забруднення у зв'язку з концентрацією підприємств важкої промисловості, високому рівню урбанізації та перевантаженою транспортною мережею.

Причиною порушення правил приймання стічних вод [1] та здійснення залпових викидів є те, що комунальні підприємства не в змозі здійснювати контроль над якісним складом та кількістю стоку. Це призводить до того, що керівництво промислових підприємств нехтують вимогами до очищення викидів.

При виявленні факту перевищення норм концентрацій будь-якого шкідливої речовини, важлива оперативність у виявленні джерела понаднормативних забруднень, інакше ймовірність його безкарності збільшується. Таким чином, швидкість реагування на порушення є важливою складовою управління мережею. З'являється необхідність моделювання стоку. Це можливо шляхом впровадження безперервного моніторингу стоку в декількох контрольних точках мережі, шляхом установки в них пробовідбірників.

Пробовідбірники виконують функцію сповіщення про порушення у випадку, коли концентрація шкідливої речовини або обсяг викидів більше допустимих норм.

Таким чином, інформацію про якісний склад і кількість стоку можна отримати заздалегідь, що дозволяє скоротити час на пошуки джерела наднормативних забруднень і виявити факт порушення до потрапляння речовини на очисні споруди.

**При аналізі досліджень і публікацій з'ясовано**, що до теперішнього часу знаходить широке практичне застосування велика кількість різноманітних методів спостереження, опису і оцінки джерел впливу на навколишнє середовище і відходів.

Багато наукових інститутів створюють системи моніторингу, які б дозволяли стежити за станом навколишнього середовища, і при найменшій зміні, оперативно вживати відповідних заходів щодо запобігання надзвичайної ситуації.

Існує ряд специфічних методів моніторингу впливу на навколишнє середовище, які, незважаючи на їх явні переваги, використовуються вкрай недостатньо. Розглянемо їх більш докладно:

- *метод матеріальних балансів і технологічних розрахунків* є на сьогодні, ймовірно, найбільш цінним з наявних методів визначення масштабу проблеми забруднення. Він дозволяє скласти повну картину з проблеми контролю забруднення і визначити ефективність та можливі наслідки запропонованих заходів щодо охорони середовища.

Складання та аналіз системи матеріальних балансів основних компонентів сировини і матеріалів, води, пріоритетних забруднюючих речовин, як метод моніторингу дозволяє оцінити не тільки загальний фактичний вплив на навколишнє середовище з виробництва в цілому, але і дати необхідну оцінку окремими джерелами впливу на навколишнє середовище і відходів, систем регулювання скидання і викиду забруднюючих речовин, системам розміщення і виведення відходів, а також відповідних систем моніторингу.

- *метод екологічного картографування* - складання і використання екологічних карт, що представляють собою зменшені узагальнені зображення земної поверхні, що містять певну інформацію, знайшло широке застосування в якості одного з методів моніторингу.

Розробка та використання екологічних ситуаційних планів промислових майданчиків і ситуаційних карт – схем територій дозволяє не тільки узагальнити, а й організувати надзвичайно різномірну інформацію, отриману в результаті проведення моніторингу, але й активно використовувати її з метою екологічного контролю та управління.

Велика увага у публікаціях приділяється застосуванню теорії нечітких множин для управління інженерними системами, для вирішення завдань в умовах невизначеності ключових показників. Але питання застосування теорії нечітких множин для проведення моніторингу системи водовідведення до кінця не розглянуто.

**Метою дослідження** є розробка моделей та методів для контролю за станом промислових викидів, які потрапляють в міську систему водовідведення, а також підвищення ефективності управління системою за рахунок впровадження безперервного моніторингу стоків.

Проведення моніторингу промислових стоків можна розділити на такі завдання:

- розрахунок кількості пробовідбірників для безперервного контролю рівня шкідливих речовин у системі водовідведення та їх розташування;
- розрахунок обсягів викидів і концентрації шкідливих речовин;
- визначення джерела понаднормативних забруднень.

Докладно розглянемо останню задачу, а саме пошук джерела понаднормативних забруднень.

**Задача пошуку джерела понаднормативних забруднень** багатокритеріальна і неоднозначна. Існує велика кількість методів вирішення таких задач.

Для опису невизначеностей у задачах автоматичного управління існує три методи:

- ймовірнісний (стохастичний);
- з використанням нечіткої логіки;
- з використанням хаотичних систем.

Потужність і інтуїтивна простота нечіткої логіки як методології вирішення проблем гарантує її успішне використання у вбудованих системах контролю і аналізу інформації.

При цьому відбувається підключення людської інтуїції і досвіду оператора.

На відміну від традиційної математики, що вимагає на кожному кроці моделювання точних і однозначних формулювань закономірностей, нечітка логіка пропонує зовсім інший рівень мислення, завдяки якому творчий процес моделювання відбувається на найвищому рівні абстракції, при якому постулюється лише мінімальний набір закономірностей.

Варіанти рішень, одержувані в результаті, багато в чому аналогічні розподілам теорії ймовірностей, але у порівнянні з ймовірнісним методом, нечіткий метод дозволяє різко скоротити обсяг вироблених обчислень, що, у свою чергу, призводить до збільшення швидкодії нечітких систем [3]. Рішення на основі

нечітких множин є більш гнучким і дозволяють приймати ефективні управлінські рішення. Саме тому для вирішення задачі пошуку джерела понаднормативних забруднень було обрано цей математичний апарат.

Вихідними даними для пошуку джерела понаднормативних викидів є:

- екологічні паспорти підприємств;
- характеристики системи водовідведення (геометрія мережі, пропускна здатність, характеристики труб).

У разі відхилення від норми стічних вод необхідно:

- 1 - обчислити шлях пересування потоку від пробовідбірника (стоку) до підприємств (джерел);
- 2 - порівняти паспорти знайдених підприємств та визначити, для яких характерний такий тип викиду, інші відкинути з пошуку;
- 3 - джерело понаднормативних викидів визначено, якщо тільки для одного підприємства характерна така забруднююча речовина;
- 4 - у випадку, коли підприємство визначити однозначно неможливо, необхідно скористатися теорією нечітких множин і розрахувати значення функції при-

належності для знаходження потенційного джерела понаднормативних викидів;

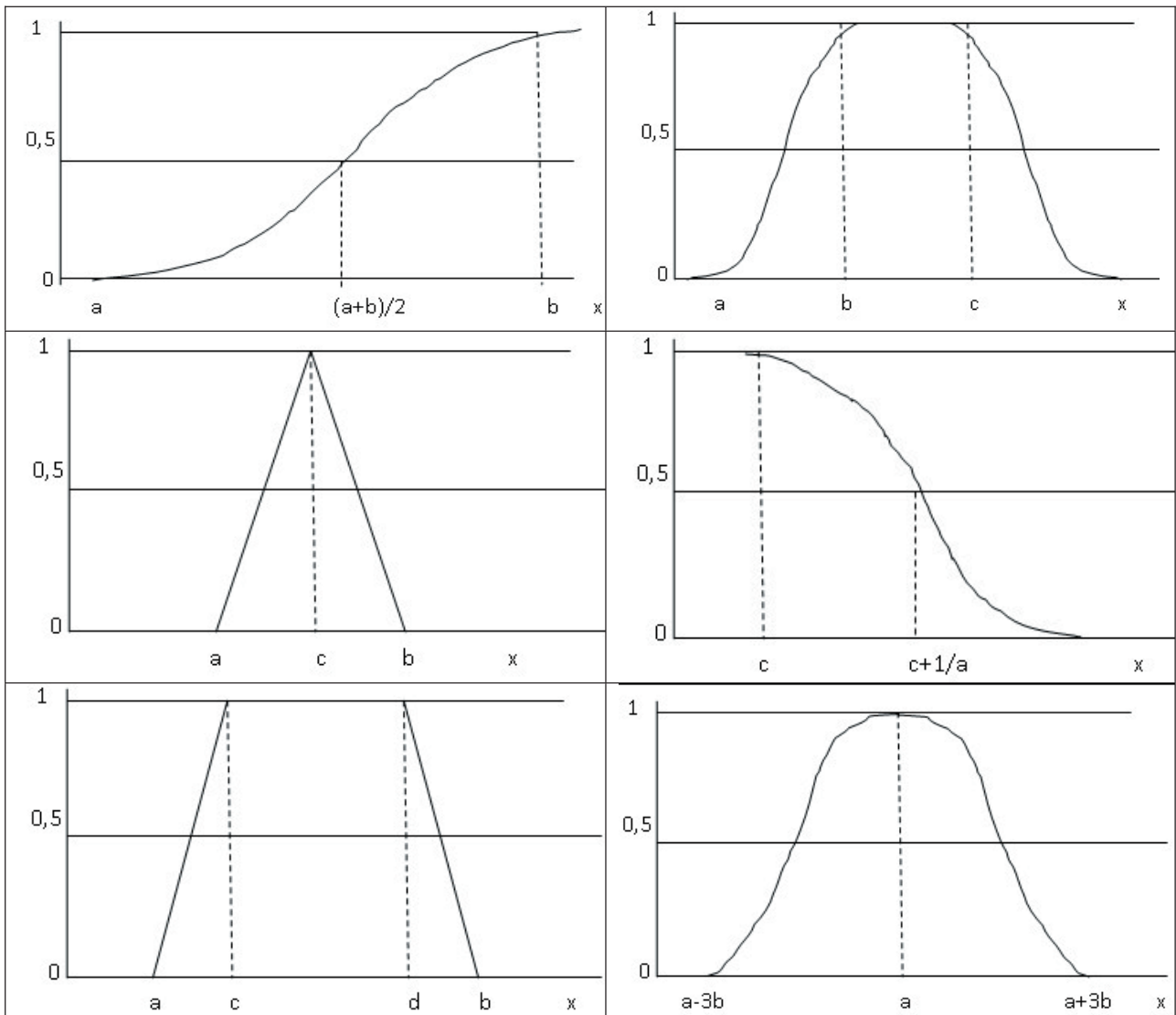
5 - обчислити максимальний потік від джерела до стоку за допомогою алгоритму Голдберга - Рао (розвиток методу Форда - Фалкерсона) [4].

Розглянемо пункт 4.

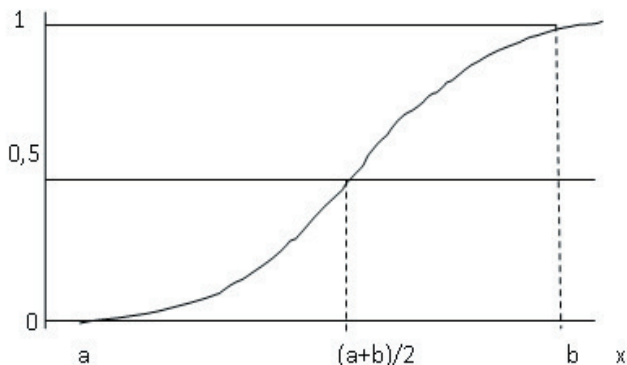
Конкретний вид функції приналежності визначається на основі різних додаткових припущень про властивості цих функцій (симетричність, монотонність, безперервність першої похідної і т.д.) з урахуванням специфіки наявної невизначеності, реальної ситуації на об'єкті і числа ступенів свободи у функціональній залежності.

У практичних додатках застосовуються методи визначення функцій приналежності (або побудови їх оцінок) за вибірками і на підставі апріорної інформації, в яку входять обмеження на ці функції. Якщо апріорної інформації про властивості характеристичних функцій недостатньо для побудови певних функцій, які були б «оптимальні» в якомусь сенсі, доводиться вдаватися до евристичних методів знаходження цих функцій з наступною експериментальною перевіркою «якості» вибраних функцій [5].

Існують такі основні види функції приналежності:



Оскільки, за умовами пошуку, чим більше речовин відповідають одному підприємству, тим ближче значення функції приналежності буде наближуватися до 1, тому оберемо функцію приналежності, зображену на графіку 1:



Графік 1. Графік функції приналежності

Функція приналежності має вигляд:

$$\mu_1(x, a, b) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a; \\ \frac{2(x-a)^2}{(b-a)^2}, & \text{если } a < x \leq \frac{a+b}{2}; \\ 1 - \frac{2(x-a)^2}{(b-a)^2}, & \text{если } \frac{a+b}{2} < x < b; \\ 1, & \text{если } x \geq b \end{cases}$$

де  $x$  - кількість речовин, що перевищують установлені норми для конкретного підприємства;

$a$  - мінімальна кількість речовин, що перевищують норми;

$b$  - максимальна кількість речовин, що перевищують норми [5].

Пояснимо на прикладі порядок пошуку джерела понаднормативних забруднень.

Припустимо, виявлені 3 підприємства: підприємство 1 (далі – П1), підприємство 2 (П2), підприємство 3 (П3) і 3 речовини, допустимі норми яких перевищено: речовина 1 (Р1), речовина 2 (Р2), речовина 3 (Р3), причому речовини відповідають підприємствам у вигляді: П1 (В1), П2 (В1, В2), П3 (В1, В2, В3).

Необхідно обчислити значення функції приналежності для кожного з підприємств.

Отже, для П1 - функція приналежності дорівнює 0, для П2 - функція приналежності дорівнює 0,5, для П3 - функція приналежності дорівнює 1.

Таким чином, потенційним порушником є Підприємство 3, оскільки характеристична функція приймає максимальне значення.

Можна зробити **висновок**, що впровадження безперервного моніторингу промислових стоків дозволяє зменшувати час на прийняття управлінських рішень у випадку реагування одного з пробовідбірників на предмет порушення, а також економить кошти на виїзд робочої бригади для відбору проб. Останнє досягається за допомогою використання теорії нечітких множин, яка дозволяє обчислити потенційного порушника.

Отже, моніторинг системи водовідведення дає можливість здійснювати контроль над діяльністю підприємств і накладати санкції, у разі виявлення порушень.

### Література

1. Наказ Держкомітету будівництва, архітектури та житлової політики України от 19.02.2002р. N 37, «Про затвердження Інструкції про встановлення та стягнення плати за Скид промислових та Інших стічних вод у системи каналізації населених пунктів та Правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України».
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. N 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод».
3. Кострыкин И.В. Нечеткая логика: достоинства и недостатки. URL: <http://ito.edu.ru/2008/Kursk/V/V-0-7.html> (дата звернення 13.04.2011).
4. Алгоритми пошуку максимального потоку URL: <http://algotist.manual.ru/maths/graphs/maxflows/> (дата звернення 01.03.2011).
5. Алтунін А.Є., Семухін М.В. Моделі та алгоритми прийняття рішень в нечітких умовах: Монографія. Тюмень: Видавництво Тюменського державного університету, 2000. 352 с.