

## ЛИТЕРАТУРА

1. ССТБ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.1.005-88. - М.: Стандарт, 1988. – 25 с.
2. Овручский И.А. Система жизнеобеспечения обитаемых защитных сооружений. - Пермь: Изд-во ПВВКУ, 1980. - 173 с.
3. Пухов В.А., Фокин Ю.Г. Медико-техническое обеспечение труда специалиста. – М.: МО СССР, 1979. – 96 с.
4. Конычев А.А. Управление процессами очистки и ионизации воздуха. - К.: Наукова думка, 1986. – 228 с.
5. Экология помещений и здоровье. - [Http://www.ecoquest.iwarp.com/Zn\\_Eco\\_home.htm](http://www.ecoquest.iwarp.com/Zn_Eco_home.htm).
6. Живой воздух.- [Http://www.ecoquest.iwarp.com/Living\\_Air.htm](http://www.ecoquest.iwarp.com/Living_Air.htm).

### УДК 355.77

*Барбашин В.В., канд. техн. наук, нач. каф., УЦЗУ,  
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ,  
Рютін В.В., ст. викл., УЦЗУ*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗНОЇ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ РІК НЕБЕЗПЕЧНИМИ ХІМІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ ДЛЯ РІЗНОЇ ПОРИ РОКУ**

(представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

Визначені параметри, які необхідно додатково розраховувати або уточнювати під час проведення прогнозної оцінки забруднення рік у зимовий період. Показані особливості прогнозної оцінки для різної пори року на прикладі ділянки ріки Сіверський Донець

**Постановка проблеми.** Спостереження за хімічним забрудненням водних об'єктів України, яке проводилось у 2005 році на 151 водному об'єкті в 240 пунктах дозволило виявити 599 випадків високого та 2 випадки надзвичайно високого забруднення на 74 водних об'єктах. Дані випадки мали місце у різні пори року, за наявності або відсутності льоду на річках, різної температури води та стану русел. Оскільки ряд характеристик водних об'єктів (самоочищення, випаровування забруднюючих речовин тощо) змінюють

свої значення у зимовий період, прогнозна оцінка забруднення у зимовий період повинна вестися з урахуванням цих змін.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз існуючих підходів щодо прогносної оцінки забруднення відкритих водних джерел [2-5] показує, що під час розрахунків вибираються усереднені значення коефіцієнтів, що залежать від пори року (коефіцієнтів самоочищення водотоків у разі забруднення нафтопродуктами, фенолами, формальдегідом та коефіцієнтів випаровування деяких небезпечних хімічних речовин (НХР), наприклад метиламіну, сірководню), шорсткість враховується тільки для русла річки і не враховується для нижньої поверхні льоду в зимовий період.

Мета статті – показати особливості здійснення прогносної оцінки забруднення рік НХР в різні пори року.

**Постановка завдання та його вирішення.** Основним показником оцінки забруднення під час досліджень оберемо «орієнтовну максимальну концентрацію НХР в заданому створі ріки (контрольній точці)».

Розрахунки проведемо для літа (червень) та зими (грудень). Використаємо у якості змінного параметру час аварійного скидання ( $t_0$ , год), розглянемо середні швидкості течії ріки на заданій ділянці  $v = 0,5$  м/с та  $v = 0,6$  м/с і задамо наступні вихідні дані: назва забруднюючої речовини – бензин; об'єм аварійного скидання  $W = 70$  м<sup>3</sup>; концентрація НХР в аварійному скиданні  $C_a = 700$  мг/л; температура води  $T_e = +20$  °С для літа і  $T_e = +2$  °С для зими; довжина досліджуваної ділянки (відстань від місця аварійного скидання до створу водозабору (контрольної точки))  $L = 5$  км; середня глибина ділянки  $H = 1,2$  м; характер русла – «ріка у надзвичайно сприятливих умовах»; середня ширина ділянки ріки  $B = 8$  м; коефіцієнт шорсткості для відкритого русла  $n_w = 0,02$ ; коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений)  $D_n = 3$  м (літо) [2]; коефіцієнт самоочищення  $K = 2,4$  1/доба (літо); коефіцієнт, який враховує випаровування речовини у початковий період змішування з водою  $Y = 1$  (літо) [2]; гранично допустима концентрація  $ГДК_e = 0,1$  мг/л [6]; коефіцієнт, який враховує змішування речовини у масі водного потоку  $j = 0,8$  [2].

Для врахування наявності льоду на річці та меншої температури води в зимовий період додатково визначимо коефіцієнт шорсткості для нижньої поверхні льоду  $n_l = 0,05$  [2] та коефіцієнт повздовжньої дисперсії для умов льодоставу  $D_n = 27,68$  м [2], а та-

кож уточнимо коефіцієнт самоочищення водотоків  $K=0,06$  1/доба [2] та коефіцієнт, який враховує випаровування речовини у початковий період змішування з водою  $Y=1$  (в даному випадку значення цього коефіцієнту зимою та літом співпадають).

Застосуємо наступні аналітичні співвідношення для проведення розрахунків: часу добігання річкової води від місця аварії до заданого створу ( $t_0$ , год):  $t_0 = L/(3,6 \cdot v)$ ; часу підходу зони забруднення з максимальною концентрацією НХР до заданого створу ріки ( $t_{\max}$ , год):  $t_{\max} = t_0 + t_0/2$ ; витрати забруднюючої речовини ( $q$ , м<sup>3</sup>/с), що потрапляє до ріки:  $q = W \cdot Y/3600 \cdot t_0$ ; витрати води у річці вище місця скидання НХР ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с):  $Q = v \cdot B \cdot H$ ; коефіцієнту  $J$ , який враховує поперечну дисперсію НХР в річці:  $J = q/(j \cdot Q + q)$ ; коефіцієнту повздовжньої дисперсії (фактичного) ( $D$ , м<sup>2</sup>/с):  $D = D_n \cdot v$ ; параметра  $Z$ :  $Z = D \cdot t_{\max}/6 \cdot v \cdot t_0$ ; коефіцієнту ( $S$ ), який враховує повздовжню дисперсію НХР в річці:  $S = 3,1415/(1+Z)$ , якщо  $Z > 3$  і  $t_{\max} > t_0$ ;  $S = 1$ , якщо  $Z < 3$  або  $t_{\max} < t_0$ ; коефіцієнту ( $e$ ), який враховує неконсервативність НХР:  $e = \exp(-K \cdot t_0/24)$ ; орієнтовної максимальної концентрації НХР ( $C_{\max}$ , мг/л) в заданому створі ріки (контрольній точці):  $C_{\max} = C_a \cdot J \cdot S \cdot e$ .

Результати досліджень ілюструються графіками на рис.1. Аналіз даних графіків дозволяє зробити наступні висновки:

$C_{\max}$  у контрольній точці прямо пропорційно збільшується при збільшенні часу аварійного скидання для літа і має нелінійну залежність для зими;

перевищення  $ГДК_e$  взимку досягається швидше чим влітку (так, наприклад, для  $v = 0,5$  м/с через 0,33 години та 0,43 години відповідно);

до моменту  $t_0 = 0,53$  години для  $v = 0,5$  м/с та  $t_0 = 0,69$  години для  $v = 0,6$  м/с  $C_{\max}$  взимку є більшою, після чого стає меншою, ніж влітку;

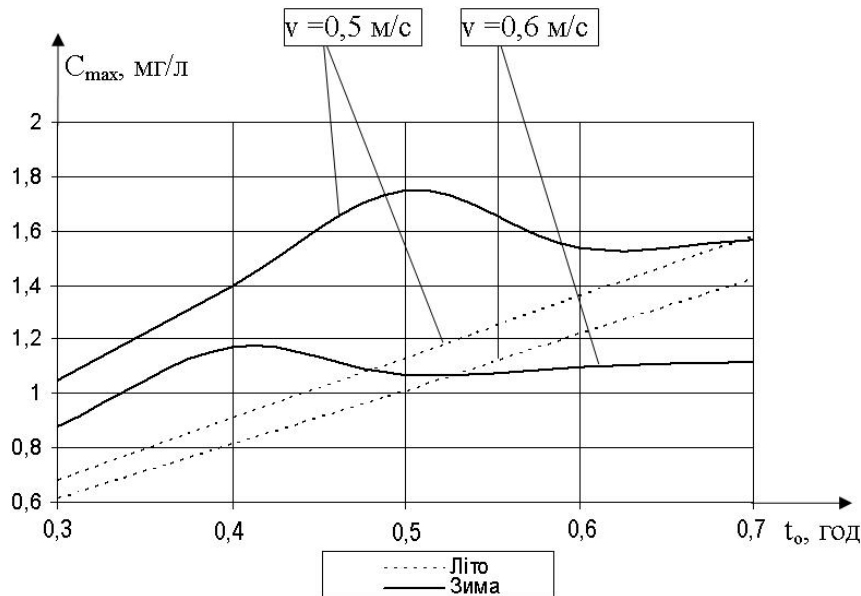
чим більшою є швидкість течії, тим повільніше досягається  $ГДК_e$  (і влітку, і зимою), і тим меншою потім залишається  $C_{\max}$ .

Покажемо особливості прогновної оцінки забруднення на ділянці ріки Сіверський Донець в зимовий та в літній період (рис. 2).

Нехай має місце наступна ситуація. З моста в районі населеного пункту Левківка внаслідок аварії впала цистерна об'ємом  $W=70$  м<sup>3</sup> (місце скидання показане на рис. 2). Внаслідок її розгерметизації до ріки Сіверський Донець протягом часу  $t_0$  потрапляли нафтопродукти з концентрацією в аварійному скиданні

Особливості прогновної оцінки забруднення рік  
небезпечними хімічними речовинами для різної пори року

$C_a = 800$  мг/л. Необхідно визначити орієнтовну максимальну концентрацію НХР  $C_{\max}$  в районі контрольної точки біля населеного пункту Іванівка (рис. 2) для літа ( $T_e = +20$  °С) та зими ( $T_e = +2$  °С) з урахуванням зміни часу аварійного скидання  $t_0$ .



**Рис. 1 – Графік залежності максимального значення орієнтовної максимальної концентрації НХР у створі водозабору (контрольній точці) від часу аварійного скидання**

Покажемо особливості прогнозування забруднення на ділянці ріки Сіверський Донець в зимовий та в літній період (рис. 2).

Нехай має місце наступна ситуація. З моста в районі населеного пункту Левківка внаслідок аварії впала цистерна об'ємом  $W=70$  м<sup>3</sup> (місце скидання показане на рис. 2). Внаслідок її розгерметизації до ріки Сіверський Донець протягом часу  $t_0$  потрапляли нафтопродукти з концентрацією в аварійному скиданні  $C_a = 800$  мг/л. Необхідно визначити орієнтовну максимальну концентрацію НХР  $C_{\max}$  в районі контрольної точки біля населеного пункту Іванівка (рис. 2) для літа ( $T_e = +20$  °С) та зими ( $T_e = +2$  °С) з урахуванням зміни часу аварійного скидання  $t_0$ .

Для розв'язання задачі:

визначаємо за допомогою карти:  $L=3,5$  км;  $H = 2$  м;  $B=55$  м;  $v = 0,3$  м/с;

беремо з довідкових даних [2] та [6]: характер русла – «ріка у надзвичайно сприятливих умовах»;  $n_{uv} = 0,025$  (літо);  $D_n = 3,6$  м (лі-

то);  $K=0,3$  1/доба (літо),  $j = 0,8$ ;  $ГДК_в=0,3$  мг/л; додатково визначаємо для зими:  $n_л = 0,05$ ;  $D_n = 28,02$  м; уточнюємо:  $K=0,02$  1/доба;  $Y=1$ ; здійснюємо розрахунки відповідно до підходу, викладеного вище.



Рис. 2 – Карта місцевості з позначенням місця скидання НХР та контрольної точки для визначення  $C_{max}$

Результати досліджень подані у вигляді графіків на рис.3.

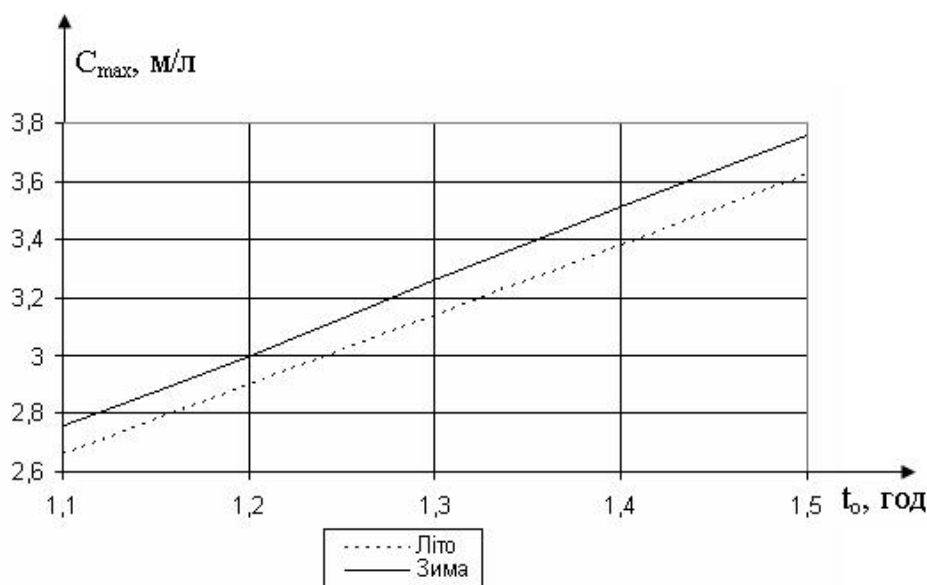


Рис. 3 – Графіки залежності орієнтовної максимальної концентрації НХР в заданій контрольній точці від часу аварійного скидання для різної пори року

Аналіз графіків дозволяє зробити висновки:

$C_{\max}$  у контрольній точці прямо пропорційно збільшується при збільшенні часу аварійного скидання, як для літа, так і для зими;

перевищення  $ГДК_в$  взимку досягається швидше чим влітку (через 1,2 години та 1,24 години відповідно).

Проведення розрахунків з урахуванням визначених сезонних особливостей доцільно покласти в основу підготовки силами реагування на аварійні скидання НХР довідкових даних про масштаби можливого забруднення в своїх районах відповідальності. Автори пропонують наступний підхід до складання таких даних:

визначаються на карті координати місць найбільш імовірного аварійного скидання НХР (місць розташування очисних споруд; мостів, небезпечно хімічних об'єктів та ін.) та місць забору води для народно-господарчих потреб (контрольних точок);

розглядаються найбільш імовірні причини виникнення аварійних ситуацій (вихід з ладу очисних споруд, перекидання з мосту транспортного засобу, що перевозить НХР, та ін.);

розраховується по карті довжина кожної ділянки забруднення ріки (від місця імовірного аварійного скидання НХР до контрольної точки);

визначаються по карті основні параметри ділянок забруднення ріки: ширина, глибина, швидкість течії;

на підставі визначених вихідних даних для кожної ділянки забруднення ріки будуються з урахуванням сезонних особливостей залежності орієнтовної максимальної концентрації визначених НХР в заданих контрольних точках ріки від часу їх аварійного скидання, кількості, що вилилася, температури повітря та подаються у вигляді графіків або таблиць.

**Висновки.** Таким чином, у статті для підвищення точності прогнозу оцінки забруднення рік у зимовий період рекомендується додатково розраховувати і далі використовувати коефіцієнт шорсткості для нижньої поверхні льоду та коефіцієнт повздовжньої дисперсії для умов льодоставу, а значення коефіцієнту самоочищення водотоків та коефіцієнту випаровування НХР уточнювати в залежності від температури води. Порядок врахування під час розрахунків значень вказаних коефіцієнтів показаний на прикладі оцінки забруднення ділянки ріки Сіверський Донець. Крім того, авторами надані рекомендації щодо підготовки силами реа-

гування на аварійні скидання НХР довідкових даних про масштаби можливого забруднення в своїх районах відповідальності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні в 2005 р. – [http://www.mns.gov.ua/annual\\_report/2006](http://www.mns.gov.ua/annual_report/2006).
2. Методика прогнозной оценки загрязнения открытых водоемов аварийно химически опасными веществами в чрезвычайных ситуациях. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1996. – 38 с.
3. Клименко М. О. Моніторинг довкілля: Підручник/ М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. – К.: Академія, 2006. – 360 с.
4. Усовершенствованные методические рекомендации по оперативному прогнозированию распространения зон опасного аварийного загрязнения в водотоках и водоемах, а также уровню содержания в воде основных загрязняющих веществ. – С.-П.: Гидрометеоиздат, 1992. – 53 с.
5. Расчет разбавления примесей в реках при сосредоточенных стационарных выпусках сточных вод: Методические указания. – Екатеринбург, 1998. – 24 с.
6. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Наказ Держбуду України від 19 лютого 2002 року № 37 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 26 квітня 2002 р. за № 403/6691).