

## ОСОБЛИВОСТІ НОРМУВАННЯ СКИДІВ РЕЧОВИН З ЕФЕКТОМ СУМАРНОЇ ДІЇ

Юрасов С.М., Кур'янова С.О.

Одеський державний екологічний університет

У статті виконано аналіз діючої методики розрахунку ГДС групи неконсервативних забруднювальних речовин з ефектом спільної дії, наведено її недоліки та пропонується нова методика. Приведено послідовність виконання розрахунків, дані рекомендації по їх перевірці, наведено приклади розрахунків.

**Ключові слова:** гранично допустимий скид, неконсервативні забруднювальні речовини, ефект сумісної дії, стічні води.

**Постановка проблеми.** Нормування скидів забруднюючих речовин (ЗР) зі стічними водами у водні об'єкти є актуальною екологічною задачею, оскільки стан поверхневих вод суші в даний час в більшості випадків не відповідає ні санітарним, ні рибогосподарським нормам. Основною причиною цього є надмірно велике антропогенне навантаження на водні об'єкти.

**Матеріали та методи дослідження.** Діюча в даний час методика за розрахунком гранично допустимого скиду (ГДС) ЗР [1] має недоліки, які можуть призвести до помилок при виконанні розрахунків. Сказане відноситься до нормування скидів речовин однієї групи сумарції (ОГС).

Зміст цих речовин у водному середовищі характеризується груповим показником  $\Psi$ .

$$\Psi = \sum (C_i / ГДК_i), \quad (1)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -ої речовини;

$ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої речовини.

Значення показника  $\Psi$  повинно бути не більше 1.

Розглянемо спочатку методику, викладену в джерелі [2]. Далі буде видно, що для консервативних речовин розрахункові формули в [1] і [2] мають однакові недоліки.

У джерелі [2] розрахунок граничної для скидання концентрації  $i$ -тої речовини  $C_{ГДі}$  у стічних водах рекомендується виконувати за наступною формулою

$$C_{ПДі} = a_{ПДі} S_{ПД} = a_{ПДі} n (1 - S_E R_E + S_E R_E / n) / R_{СТ}, \quad (2)$$

де  $a_{ГДі}$  – розрахунковий дольовий зміст  $i$ -ої речовини в загальній допустимій для скидання масі речовин ОГС в стічних водах;

$S_{ГД} = \sum C_{ГДі}$  – розрахункова сума граничних концентрацій  $m$  речовин ОГС в стічних водах;

$n$  – кратність розведення стічних вод в контрольному створі;

$S_E = \sum C_{Еj}$  – сума фактичних фонових концентрацій речовин ОГС;

$R_E$  і  $R_{СТ}$  – узагальнені показники шкідливості для фону і стічних вод відповідно;

$$R_E = \{1 / [ГДК]_m\} \sum a_{Еj} / \xi_j; \quad (3)$$

$$R_{СТ} = \{1 / [ГДК]_m\} \sum a_{СТj} / \xi_j; \quad (4)$$

$[ГДК]_m = \sum ГДК_j$  – сума ГДК  $m$  речовин ОГС у фоні і в стічних водах;

$a_{Еj} = C_{Еj} / S_E$  та  $a_{СТj} = C_{СТj} / S_{СТ}$  – фактично дольовий зміст  $j$ -тої речовини в загальній масі речовин ОГС у фоні і в стічних водах;

$S_{СТ} = \sum C_{СТj}$  – сума фактичних концентрацій  $m$  речовин ОГС у стічних водах;

$$\xi_j = ГДК_j / [ГДК]_m.$$

Дольові коефіцієнти  $a_{ГДі}$  і  $a_{СТj}$  для даної речовини можуть бути рівними.

Приведемо формули (3) і (4) до простішого вигляду

$$R = \sum a_j / ГДК_j = (1/S) \sum C_j / ГДК_j \quad (5)$$

За формулою (5) видно, що добуток  $SR$  дорівнює  $\sum C_j / ГДК_j$ . Запишемо формулу (2) з урахуванням (5) в наступному вигляді

$$C_{ГДі} = a_{ГДі} n [1 - (\sum C_{Еj} / ГДК_j) + (\sum C_{Еj} / ГДК_j) / n] / (\sum a_{СТj} / ГДК_j). \quad (6)$$

Основним недоліком формули (2) є необхідність розрахунку  $a_{СТj}$  і  $a_{Еj}$ . Це призводить до того, що високотоксичні речовини з малим вмістом у воді можуть бути не враховані при розрахунку ГДС (для них  $C_{СТj} \ll S_{СТ}$ ).

Для пояснення сказаного розглянемо приклад з джерела [2].

Приклад розрахунку з джерела [2]. У річку з витратою  $Q_E = 100 \text{ м}^3/\text{с}$  надходять стічні води ( $Q_{СТ} = 7,50 \text{ м}^3/\text{с}$ ), які містять речовини ОГС. Потрібно визначити модуль ГДС ( $M_{ГД} = Q_{СТ} S_{ГД}$ ). Показник кратності розбавлення  $n$  в контрольному створі дорівнює 14,33. Вихідні дані наведені в табл. 1. У цій же таблиці виконані попередні розрахунки відповідно до [2].

Значення величин  $R_E$  і  $R_{СТ}$  розраховуються за формулами (3) і (4):

$$R_E = 6,297/610 = 0,0103; R_{СТ} = 7,414/610 = 0,0122.$$

У формулу (2) замість  $a_i$  підставимо  $Q_{СТ}$  і розрахуємо  $M_{ГД}$ :

$$M_{ГД} = 7,50 \times 14,33 (31,0 \times 0,0103 / 14,33 + 1 - 31,0 \times 0,0103) / 0,0122 = \mathbf{6193} \text{ (г/с)}.$$

Визначимо тепер  $R_E$  і  $R_{СТ}$  за формулою (5), попередні розрахунки розмістимо в табл. 2:

$$R_E = 0,3200/31,00 = 0,01032;$$

$$R_{СТ} = 20,33/850,0 = 0,02392;$$

$$M_{ГД} = 7,50 \times 14,33 \times (31,0 \times 0,0103 / 14,33 + 1 - 31,0 \times 0,0103) / 0,0239 = \mathbf{3156} \text{ (г/с)}.$$

Отримане значення  $M_{ГД}$  приблизно в 2 рази менше, ніж в [2]. Це сталося через те, що в прикладі концентрація хрому в стічних водах і його ГДК складають тисячну і десятитисячну частки відсотка від суми концентрацій і суми ГДК всіх речовин. Тому значенням величини  $a_{СТ}$  для хрому в [2] знехтували і, як наслідок, завищили модуль скидання майже в два рази.

Однак аналіз табл. 2 показує, що хром є основною забруднюючою речовиною, тому його концентрація в стічних водах перевищує ГДК в десять разів, тобто в стільки ж разів у скільки в сумі всі інші речовини разом узяті.

Розглянемо тепер методику, викладену в документі [1]. У ньому для вирішення розглянутої задачі пропонується наступна формула

$$C_{ГДі} = \mu_i n [1 - \sum ((1-1/n) \xi_j C_{Еj} + (1-\xi_j) C_{ГЕj}) / ГДК_j] / (\sum \xi_j \mu_j / ГДК_j), \quad (7)$$

де  $\mu_i$  – розрахунковий дольовий зміст речовини в стічних водах («бажане співвідношення концентрацій речовини ОГС у зворотних водах» [1]);

$i = 1, 2, \dots, L$ ;  $L$  – кількість речовин ОГС;  
 $\zeta_j = \exp(k_{Hj}t)$ ;  $C_{ГЕj}$  – природна фонова концентрація речовини;

$\mu_j$  – фактичний дольовий вміст речовини в стічних водах;

$j = 1, 2, \dots, L$ .

Для консервативних речовин ( $\zeta = 1$ ) формула (7) представляє собою формулу (6).

Коефіцієнти  $\mu_i$  і  $\mu_j$  відповідають коефіцієнтам  $a_{ГДi}$  і  $a_{СТj}$ . Можливі наслідки визначення дольового вмісту речовин у стічних водах, що фактично скидаються, були показані в прикладі.

При розрахунку ГДС в [1] спочатку рекомендується задатися бажаним співвідношенням речовин ОГС в стічних водах  $\mu_i$ . Загальна кількість цих речовин  $L$ .

У нормативному документі [1] немає рекомендацій, як вчинити в тому випадку, коли деякі речовини ОГС є у фоні і відсутні у стічних водах, якщо цих речовин в фоні більше ніж  $L$  (можливо при водозаборі з іншого водного об'єкта або при нормуванні скидів речовин з зливовими стоками). Крім того у згаданому документі відсутні рекомендації з перевірки виконаних розрахунків.

Виведемо розрахункову формулу для загальною випадку з урахуванням викладених зауважень.

У водотік скидається  $m_{СТ}$  речовин ОГС, деякі з цих речовин неконсервативні. У водному середовищі потоку вище скидання стічних вод міститься  $m_E$  речовин, які входять у розглянуту групу сумачі. Таким чином, нижче скиду у водному середовищі потоку знаходяться  $m \leq m_{СТ} + m_E$  речовин ОГС. Необхідно визначити граничні значення концентрації розглянутих  $m_{СТ}$  речовин у стічних водах, при яких в контрольному створі (в розрахунковому струмені) сума концентрацій всіх  $m$  речовин ОГС в частках від ГДК дорівнювала б нормативу.

Розрахунковою будемо називати ту струмись водного потоку, де спостерігається мінімальне розводження розглянутої стічної води.

У розрахунковому струмені концентрація речовини буде найбільшою в створі, якщо концентрація цієї речовини в стічних водах більше, ніж у фоні. Якщо ж концентрація речовини в стічній воді менше, ніж у фоні, то в розрахунковому

струмені концентрація даної речовини буде найменшою в створі.

Розглянемо спочатку рівняння балансу (за аналогією з [2]) неконсервативної речовини для розрахункового струменя в деякому контрольному створі

$$[\gamma Q_E C_E + Q_{СТ} C_{СТ}] \exp(k_{Ht}) = (\gamma Q_E + Q_{СТ}) C_{ЕКС}, \quad (8)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт змішання [2];

$Q_E$  – витрата води в потоці вище скиду стічних вод;

$C_E$  – концентрація речовини вище скиду;

$Q_{СТ}$  – витрата стічних вод;

$C_{СТ}$  – концентрація речовини в стічних водах

$k_H$  – коефіцієнт неконсервативності (має від'ємне значення [2]);

$t$  – час, протягом якого стічні води переміщуються потоком від місця скиду до контрольного створу;

$C_{ЕКС}$  – екстремальне значення концентрації речовини в контрольному створі.

Між коефіцієнтом змішання  $\gamma$  і кратністю розбавлення  $n$  існує залежність [2]

$$n = (\gamma Q_E + Q_{СТ}) / Q_{СТ}. \quad (9)$$

Перетворимо рівняння балансу (8), використовуючи формулу (9), і запишемо його для кожного з  $m$  речовин в контрольному створі

$$[C_{Ei} (n-1) + C_{СТi}] \exp(k_{Ht}) = n C_{ЕКСi}, \quad (10)$$

при  $1 \leq i \leq m$ .

Всі рівняння в системі (10) справедливі і мають фізичний зміст при будь-якому співвідношенні значень концентрації ЗР у фоні і в стічних водах ( $C_{СТi} \geq C_{Ei} \geq 0$  або  $C_{Ei} \geq C_{СТi} \geq 0$ ).

Із сказаного вище виходить, що система рівнянь (10) дозволяє врахувати всі речовини, що входять до групи сумачі в контрольному створі, незалежно від того, як розподілені ці речовини і як співвідносяться значення їхньої концентрації в стічних водах і в потоці вище скидання.

Розділимо концентрації речовини в кожному рівнянні системи (10) на відповідну ГДК. Після підсумовування цих  $m$  виразів отримаємо

$$(n-1) \sum (C_{Ei} / ГДК_i) \exp(k_{Ht}) + \sum (C_{СТi} / ГДК_i) \exp(k_{Ht}) = n \sum (C_{ЕКСi} / ГДК_i). \quad (11)$$

Позначимо суми у формулі (11) символом  $\Psi$  з відповідним індексом, прирівняємо

Таблиця 1

Вихідні дані і попередні розрахунки [2]

| Речовина    | $C_{СТj}$ | $C_{Ej}$ | $ГДК_j$ | $a_{СТj}$ | $a_{Ej}$ | $\xi_j$ | $a_{СТj} / \xi_j$ | $a_{Ej} / \xi_j$ |
|-------------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-------------------|------------------|
| $Cl^-$      | 100       | 7        | 300     | 0,1176    | 0,2258   | 0,4918  | 0,2391            | 0,4591           |
| $SO_4^{2-}$ | 200       | 14       | 100     | 0,2353    | 0,4516   | 0,1639  | 1,4356            | 2,7553           |
| $Na^+$      | 300       | 5        | 120     | 0,3530    | 0,1613   | 0,1967  | 1,7946            | 0,8200           |
| $K^+$       | 150       | 2        | 50      | 0,1765    | 0,0645   | 0,0820  | 2,1524            | 0,7866           |
| $Mg^{2+}$   | 100       | 3        | 40      | 0,1176    | 0,0968   | 0,0656  | 1,7927            | 1,4756           |
| $Cr^{6+}$   | 0,010     | 0,000    | 0,001   | 0,0000    | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000            | 0,0000           |
| $\Sigma$    | 850       | 31,0     | 610     | 1,0000    | 1,0000   | 1,0000  | 7,414             | 6,297            |

Таблиця 2

Розрахунок RE та RCT за формулою (5)

| Речовина    | $C_{СТj}$ | $C_{Ej}$ | $ГДК_j$ | $C_{СТj} / ГДК_j$ | $C_{Ej} / ГДК_j$ |
|-------------|-----------|----------|---------|-------------------|------------------|
| $Cl^-$      | 100       | 7        | 300     | 0,3333            | 0,02333          |
| $SO_4^{2-}$ | 200       | 14       | 100     | 2,000             | 0,1400           |
| $Na^+$      | 300       | 5        | 120     | 2,500             | 0,04167          |
| $K^+$       | 150       | 2        | 50      | 3,000             | 0,04000          |
| $Mg^{2+}$   | 100       | 3        | 40      | 2,500             | 0,07500          |
| $Cr^{6+}$   | 0,010     | 0,000    | 0,001   | 10,00             | 0,0000           |
| $\Sigma$    | 850,0     | 31,00    | –       | 20,33             | 0,3200           |

$$\Psi_{EKC} = \Psi_H i \Psi_{CT} = \Psi_{ГД} \text{ та знайдемо } \Psi_{ГД}$$

$$(n-1)\Psi_E + \Psi_{CT} = n\Psi_{EKC}, \rightarrow (n-1)\Psi_E + \Psi_{ГД} = n\Psi_H, \rightarrow \Psi_{ГД} = n(\Psi_H - \Psi_E) + \Psi_E, \quad (12)$$

де  $\Psi_{ГД}$  – граничне значення показника  $\Psi$  для  $m_{CT}$  речовин у стічних водах;

$\Psi_H$  – нормативне значення показника  $\Psi$  для  $m$  речовин у контрольному створі;

$\Psi_E$  – фонове значення показника  $\Psi$  для  $m_E$  речовин;

$$\Psi_E = \sum (C_{Ei}/ГДК_i) \exp(k_{Hi}t). \quad (13)$$

Формула (12) дозволяє знайти таке значення показника  $\Psi_{ГД}$  для речовин ОГС у стічних водах, при якому в контрольному створі буде дотримуватися умова:  $\Psi_{EKC} = \Psi_H$  при будь-якому наборі речовин і будь-якому співвідношенні їх концентрації в стічних водах і в потоці  $C_{CTi} \geq C_{Ei} \geq 0$  і  $C_{Ei} \geq C_{CTi} \geq 0$ .

Граничні значення концентрації речовин у стічних водах визначаються за такою формулою

$$C_{ГДi} = k_{ГДi} \Psi_{ГД} ГДК_i \exp(-k_{Hi}t), \quad (14)$$

де  $C_{ГДi}$  – гранична для скидання концентрація  $i$ -тої речовини в стічних водах;

$k_{ГДi}$  – розрахунковий дольовий внесок  $i$ -тої речовини в загальне забруднення води  $m_{CT}$  речовинами ОГС ( $k_{ГДi} = (C_i/ГДК_i)/\Psi_{ГД}$ ).

Коефіцієнти  $k_{ГДi}$  підбираються виходячи з умов  $0 < k_{ГДi} < 1$  і  $\sum k_{ГДi} = 1$ , (15)

при  $1 \leq i \leq m_{CT}$ .

Перевірка розрахунків відбувається за наступною формулою

$$C_{EKC_i} = \{ [C_{ГДi} + C_{Ei}(n-1)]/n \} \exp(k_{Hi}t), \quad (16)$$

де  $C_{EKC_i}$  – екстремальна концентрація  $i$ -тої речовини в контрольному створі в розрахунковому струмені;  $1 \leq i \leq m$ .

У формулі (16) при відсутності  $i$ -тої речовини в стічних водах  $C_{ГДi} = 0$ . Якщо ж речовина відсутня в фоні –  $C_{Ei} = 0$ .

Послідовність розрахунку ГДС речовин ОГС наступна.

1. За формулою (13) розраховується сума концентрацій в долях від ГДК ( $\Psi_E$ ) для  $m_E$  речовин даної групи вище скиду стічних вод (якщо речовина консервативна, то для неї  $\exp(k_{Hi}t) = 1$ ).

2. За формулою (12) визначається  $\Psi_{ГД}$ .

3. Задавшись  $k_{ГДi}$  відповідно до умов (15) для  $m_{CT}$  речовин даної групи в стічних водах (виходячи з економічних міркувань, або орієнтуючись на ефективність очисних споруд і т.п.) за формулою (14) розраховуються  $C_{ГДi}$ . Набори речовин групи сумарного дії, яка розглядається, вище скидання стічних вод і в стічних водах можуть бути різними.

4. Виконується перевірка розрахунків за формулою (16). У контрольному створі сума концентрацій всіх ( $m \leq m_E + m_{CT}$ ) речовин в частках від ГДК повинна дорівнювати одиниці.

5. Після перевірки розрахунку встановлюються  $C_{ГДСi}$  відповідно до вимог нормативного документа [1].

**Результати досліджень та їх аналіз.** Виконаємо розрахунок за запропонованою методикою.

У річку рибгосподарського призначення скидаються стічні води. Умовний набір речовин у фоні і в стічних водах, а також умовні коефіцієнти неконсервативних речовин наведено в табл. 3. Необхідно визначити граничні для скидання концентрації речовин у стічних водах. Показник кратності розбавлення  $n$  дорівнює 12,50, а час добігання води в потоці від місця скидання стічних вод до контрольного створу становить 0,12 доби.

За формулою (13) розраховуємо  $\Psi_E$ . З табл. 4 видно, що  $\Psi_E = 0,8340$ .

Нормативне значення  $\Psi_H$  приймаємо рівним 1, і за формулою (12) визначаємо

$$\Psi_{ГД} = 12,50 \times (1 - 0,8340) + 0,8340 = 2,909.$$

Далі за формулою (14) розраховуємо значення  $C_{ГД}$  (табл. 4):

$$B - C_{ГД} = 0,150 \times 2,909 \times 0,05 / 0,9474 = 0,02303;$$

$$C - C_{ГД} = 0,100 \times 2,909 \times 50 / 0,9881 = 14,72...$$

Перевірка розрахунку. Для цього за формулою (16) розраховуємо, якою буде концентрація речовин в контрольному створі (табл. 5)

$$A - C_{EKC} = 1,09 \times (12,5 - 1) / 12,5 \times 0,9704 = 0,9732,$$

$$C_{EKC} / ГДК = 0,9732 / 9,10 = 0,1069;$$

$$B - C_{EKC} = 0,02303 / 12,5 \times 0,9474 = 0,001745,$$

$$C_{EKC} / ГДК = 0,001745 / 0,05 = 0,03491...$$

За табл. 5 видно, що в контрольному створі сума значень концентрації речовин в частках від ГДК буде дорівнювати одиниці з точністю до п'яти значущих цифр. Тобто, при розрахованому скиданні забруднюючих речовин вимоги норм в контрольному створі будуть дотримані.

Таблиця 3

## Вихідні данні

| Речовина | ЛОШ   | ГДК, мг/дм <sup>3</sup> | Наявність у стічних водах | $C_E$ , мг/дм <sup>3</sup> | $k_{Hi}$ , доб <sup>-1</sup> |
|----------|-------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| A        | токс. | 9,1                     | 0                         | 1,09                       | -0,250                       |
| B        | токс. | 0,05                    | +                         | 0                          | -0,450                       |
| C        | токс. | 50                      | +                         | 3,4                        | -0,100                       |
| D        | токс. | 180                     | +                         | 10,5                       | 0,000                        |
| E        | токс. | 40                      | +                         | 2,4                        | -0,650                       |
| F        | токс. | 120                     | +                         | 8,4                        | 0,000                        |
| G        | токс. | 0,5                     | 0                         | 0,05                       | 0,000                        |
| H        | токс. | 100                     | +                         | 12                         | -0,850                       |
| I        | токс. | 300                     | +                         | 42                         | -0,250                       |
| J        | токс. | 0,001                   | +                         | 0                          | 0,000                        |
| K        | токс. | 0,08                    | 0                         | 0,005                      | 0,000                        |
| L        | токс. | 10                      | 0                         | 0,60                       | 0,000                        |

Таблиця 4

## Результати розрахунку

| Речовина | $C_E/ГДК$ | $e^{k_{Hi}t}$ | $C_E e^{k_{Hi}t} / ГДК$ | $k_{ГД}$ | ГДК, мг/дм <sup>3</sup> | $C_{ГД}^{ГДС}$ мг/дм <sup>3</sup> |
|----------|-----------|---------------|-------------------------|----------|-------------------------|-----------------------------------|
| A        | 0,1198    | 0,9704        | 0,1162                  | 0        | 9,1                     | 0                                 |
| B        | 0,0000    | 0,9474        | 0,0000                  | 0,150    | 0,05                    | 0,02303                           |
| C        | 0,0680    | 0,9881        | 0,0672                  | 0,100    | 50                      | 14,72                             |
| D        | 0,0583    | 1,0000        | 0,0583                  | 0,120    | 180                     | 62,84                             |
| E        | 0,0600    | 0,9250        | 0,0555                  | 0,130    | 40                      | 16,35                             |
| F        | 0,0700    | 1,0000        | 0,0700                  | 0,100    | 120                     | 34,91                             |
| G        | 0,1000    | 1,0000        | 0,1000                  | 0        | 0,5                     | 0                                 |
| H        | 0,1200    | 0,9030        | 0,1084                  | 0,100    | 100                     | 32,22                             |
| I        | 0,1400    | 0,9704        | 0,1359                  | 0,100    | 300                     | 89,9                              |
| J        | 0,0000    | 1,0000        | 0,0000                  | 0,200    | 0,001                   | 0,0005818                         |
| K        | 0,0625    | 1,0000        | 0,0625                  | 0        | 0,08                    | 0                                 |
| L        | 0,0600    | 1,0000        | 0,0600                  | 0        | 10                      | 0                                 |
| Σ        |           |               | 0,8340                  | 1,000    |                         | –                                 |

**Висновки.** Розроблена методика отримана на загальних підставах і її можна використовувати при різних комбінаціях забруднюючих речовин у стічних водах і в фоні.

Надалі пропонується методика може бути виконана для розробки методичних рекомендацій з виконання інженерних розрахунків ГДС неконсервативних забруднюючих речовин.

Таблица 5

## Перевірка розрахунків

| Речовина | $C_{ГД}$ , мг/дм <sup>3</sup> | $C_E$ , мг/дм <sup>3</sup> | $e^{k_{ни} t}$ | $C_{ЕКС}$ , мг/дм <sup>3</sup> | ГДК, мг/дм <sup>3</sup> | $C_{ЕКС}/ГДК$ |
|----------|-------------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| A        | 0,000                         | 1,09                       | 0,9704         | 0,9732                         | 9,1                     | 0,1069        |
| B        | 0,02303                       | 0                          | 0,9474         | 0,001745                       | 0,05                    | 0,03491       |
| C        | 14,72                         | 3,4                        | 0,9881         | 4,254                          | 50                      | 0,08509       |
| D        | 62,84                         | 10,5                       | 1,0000         | 14,69                          | 180                     | 0,08159       |
| E        | 16,35                         | 2,4                        | 0,9250         | 3,252                          | 40                      | 0,08131       |
| F        | 34,91                         | 8,4                        | 1,0000         | 10,52                          | 120                     | 0,08767       |
| G        | 0,000                         | 0,05                       | 1,0000         | 0,04600                        | 0,5                     | 0,09200       |
| H        | 32,22                         | 12                         | 0,9030         | 12,30                          | 100                     | 0,1230        |
| I        | 89,93                         | 42                         | 0,9704         | 44,48                          | 300                     | 0,1483        |
| J        | 0,0005818                     | 0                          | 1,0000         | 0,0000                         | 0,001                   | 0,04655       |
| K        | 0,000                         | 0,005                      | 1,0000         | 0,004600                       | 0,08                    | 0,05750       |
| L        | 0,000                         | 0,6                        | 1,0000         | 0,5520                         | 10                      | 0,05520       |
| Σ        |                               |                            |                |                                |                         | 1,0000        |

## Список літератури:

1. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти зі зворотними водами: Затв. наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України 15.12.94 р. № 116. – К., 1994. – 79 с.
2. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. / Под ред. проф. А. В. Караушева. Изд. 2-ое. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 285 с.
3. Yurasov S. N., Gorun V. V. Primenenie konechno\_raznostnih shem pri modelirovanii neustanovivsheysya turbulentnoi diffuzii vzvesi v vodnom potoke [Application of finite difference schemes for modeling of unsteady turbulent diffusion of particulate matter in the water flow] Ukrainskii gidrometeorologichnii jurnal, Odesa «TES», 2014. – № 14. – Pp. 182–194.
4. Yurasov S. N., Gorun V. V. Matematicheskaya model neustanovivsheysya turbulentnoi diffuzii vzvesi v vodnom potoke [A mathematical model of unsteady turbulent diffusion of particulate matter in the water flow]. Meteorologiya klimatologiya ta gidrologiya Mejvid. nauk. zbirnik. Odesa, Vid. «TES», 2010. – V. 51. – Pp. 189–199.
5. Ivchenko O., Klepikov A. V., Kozlov V. F. i dr. Praktikum po dinamike okeana [Practical work on Ocean Dynamics]. Pod red. D-ra geogr. nauk Nekrasova A. V., d-ra fiz. mat. nauk Pelinovskogo E.N. Sankt-Peterburg, Gidrometeozdat, 1992. – 320 p.
6. Vaters K. Eksperimentalnoe sravnenie sposobov udaleniya grunta samootvoznim zemlesosnim snaryadom [Experimental comparison of methods for removing soil samootvoznim suction dredger] K. Vaters M. Torm. Tehnologiya gidromehanizirovannih zemlyanah rabot, M., Transport, 1980. – Pp. 233–250.
7. Berlinskiy N. A. Dinamika tehnogennogo vozdeystviya na prirodnie kompleksi ustevoi oblasti Dunaya [Dynamics of anthropogenic impact on natural systems mouth area of the Danube]. Odesa: Astroprint, 2012. – 252 p.
8. Goncharov A. A. Issledovanie i modelirovanie processa rasprostraneniya vzvesi v morskoi srede pri sbrose grunta. [Research and modeling of the spread of suspended matter in the marine environment at the disposal site]. Avtoref. dis. na soisk. nauch. stepeni kand. geogr. nauk. GOIN, M., 1986. – 24 p.
9. Metodicheskie osnovy ocenki i reglamentirovaniya antropogennogo vliyaniya na kachestvo poverhnostnih vod. [Methodical bases of assessment and regulation of anthropogenic impact on surface water quality]. Pod red. prof. Karausheva A. V., L., Gidrometeozdat, 1987. – 285 p.

**Юрасов С.Н., Курьянова С.А.**

Одесский государственный экологический университет

## ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ СБРОСОВ ВЕЩЕСТВ С ЭФФЕКТОМ СУММАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

### Аннотация

В статье выполнен анализ действующей методики нормирования сброса группы веществ с эффектом суммации, приведены её недостатки и предложена новая методика. Дана последовательность выполнения расчетов и приведены рекомендации по их проверке. Все замечания и предложения проиллюстрированы примерами.

**Ключевые слова:** предельно допустимый сброс, загрязняющие вещества, эффект суммарного действия, групповой показатель, сточные воды.



Urasov S.N., Kuryanova S.A.  
Odessa State Environmental University

## FEATURES OF NORMALIZATION OF DOWNTROWS WITH THE EFFECT OF TOTAL INFLUENCE

### Summary

The article is devoted to the standardization of the discharge of pollutants into water objects. At present, this problem is relevant from an environmental point of view, because the condition of the majority of surface water objects did not match any sanitary or fisheries regulations. The main reason for this situation is the discharge of sewages. This article gives an analysis of the existing methods of valuation of discharges of polluting substances to the effect of summation. The content of this group of substances in the aquatic environment is characterized by a group of indicators which are standardized. In an example from the literature source it is shown that the need for the calculation of shared content substances in the sewages actually can result in a significant error of the final result. A new method, calculation formulas which are obtained on a general basis taking into account the comments made above. The proposed method allows to calculate the MPU for any collection and concentration ratio of one group of substances in sewages summation in the background. An example of the calculation was given. Conclusions were made.

**Keywords:** maximum permissible discharge of polluting substances Nonconservatism, the total effect of the action, the sewages.