

УДК 502.51:504.-047.44

С. М. Мусаелян, Т. Ф. Рыльцева, Н. А. Сахарова, А. Ю. Комаров**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД**

Производилось сравнение степени загрязненности различных створов или водотоков, обобщенная оценка которых была осуществлена с использованием различных критериев (индексов) качества воды.

К л ю ч е в ы е с л о в а : природные воды, загрязненность, уровень.

The authors carried out the comparison of pollution degree of different sections or water-courses. Their generalized assessment was made using different criteria (indexes) of water quality.

К e y w o r d s : natural water, pollution, rate.

При сравнении степени загрязненности различных створов или водотоков, обобщенная оценка которых производилась с использованием различных критериев (индексов) качества воды, возникает необходимость перехода от одних показателей к другим [1]. При этом может отсутствовать или быть не полной первоначальная информация, на основе которой были рассчитаны те или иные индексы качества воды.

Если оценка производилась с использованием показателей: уровня химического загрязнения (УХЗ), коэффициента загрязненности (КЗ) [2], обобщенного показателя уровня загрязненности (ОПУЗ) или комбинаторного индекса загрязненности (КИЗ), то для перевода в единую шкалу потребуется знать только количество ингредиентов загрязнений, учитываемых при расчете данных показателей [1].

Для перевода одних показателей в другие предлагается использовать формулы:

$$\text{УХЗ} = \text{КЗ} \cdot N - (N - 1) = \text{ОПУЗ} + 2 - N = \text{КИЗ} - N + 1; \quad (1)$$

$$\text{КЗ} = (\text{УХЗ} + N - 1) / N = (\text{ОПУЗ} + 1) / N = \text{КИЗ} / N; \quad (2)$$

$$\text{ОПУЗ} = \text{УХЗ} + N - 2 = \text{КЗ} \cdot N - 1 = \text{КИЗ} - 1; \quad (3)$$

$$\text{КИЗ} = \text{УХЗ} + (N - 1) = \text{КЗ} \cdot N = \text{ОПУЗ} + 1 \quad (4)$$

с учетом следующих ограничений

$$C_i / \text{ПДК}_i \geq 1; \text{СФ}_i = \text{ПДК}_i; H_i = 1 = \text{const}, \quad (5)$$

где N — количество используемых показателей загрязнения; C_i — концентрация в воде i -го ингредиента; ПДК_i — предельно допустимая концентрация i -го ингредиента; СФ_i — фоновая концентрация; H_i — баллы повторяемости превышения ПДК.

При количестве учитываемых видов загрязнений до 20 и наличии информации о суммарном превышении ПДК ($K = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$) в случае, если оно менее 50, для перехода между значениями УХЗ, КЗ и ОПУЗ или для их определения рекомендуется использовать график (рис. 1).

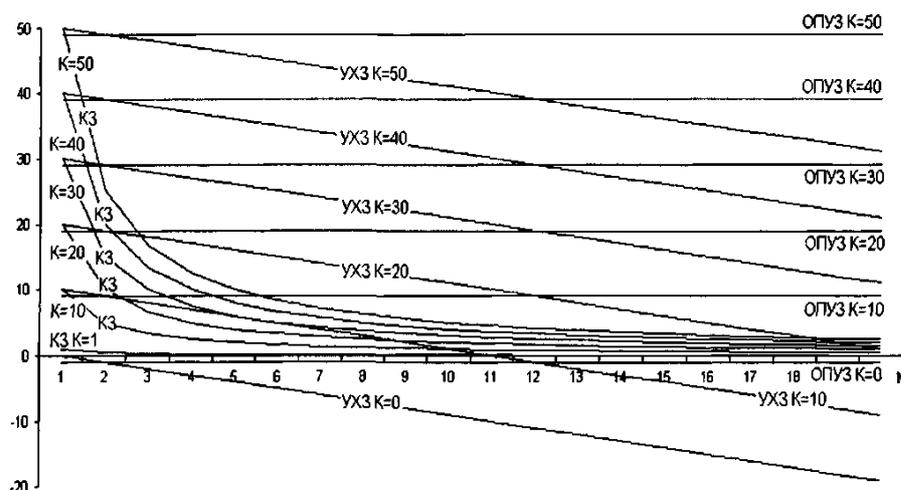


Рис. 1. График для определения индексов УХЗ, КЗ и ОПУЗ в зависимости от количества учитываемых видов загрязнения (N) и значения суммарного превышения ПДК (K)

Задача состояла в том, чтобы оценить уровень загрязнения воды, используя обобщенный показатель, основанный на функции желательности.

Таблица 1

Параметры, используемые для определения степени загрязнения воды

Параметр	Пределы оценочных значений, мг/л	
	Отлично	Неприемлемо
Растворенный кислород	40	0,4
БПК ₅	0,4	7
Взвешенные вещества	5	100
Азот аммонийный	0,05	2,2
Азот нитратный	0,05	2,5
Азот нитритный	0,007	0,15
Нефтепродукты	0,005	0,5
Фенолы	0,0001	0,01
Сульфаты	10	1000
Хлориды	30	3000

Параметрами модели служили 10 химических показателей (табл. 1), с помощью которых оценивали степень загрязненности водного объекта. Характер зависимости параметров модели от качественного состояния воды определяли на основании эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод, априорных сведений и по данным о предельно допустимых концентрациях (ПДК) вредных веществ.

В табл. 2 представлены возможные пределы оценочных значений для 10 показателей. На основе данных табл. 1 проведена классификация рассмотренных 10 показателей на пять классов (табл. 3). В последнем столбце таблицы 3 представлены значения условной переменной, которые используются для расчета функции желательности.

Таблица 2

Классификация рассматриваемых показателей по классам

Значения										Оценка	Значения условной переменной Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
26,67... 40,00	<0,4	<5	<0,05	<0,05	<0,007	0,005... 0,050	0,0001... 0,001	10... 100	30... 300	Предельно чистая	1,5... 6,0
13,33... 26,67	0,4... 1,0	5...15	0,05... 0,20	0,05... 0,50	0,007... 0,025	0,050... 0,10	0,001... 0,002	100... 200	300... 600	Чистая	0,8... 1,5
8,001... 3,33	1,0... 2,1	15... 30	0,20... 0,50	0,50... 1,50	0,025... 0,080	0,10... 0,167	0,002... 0,0033	200... 333	600... 1000	Удовлет. чистая	0,0... 0,8
4,00... 8,00	2,1... 7,0	30... 100	0,50... 2,50	1,50... 2,50	0,080... 0,150	0,167... 0,333	0,0033... 0,0066	333... 667	1000... 2000	Загрязненная	-0,5 ... 0,0
0,40... 4,00	>7,0	>100	>2,50	>2,50	>0,150	0,333... 0,500	0,0066... 0,01	667... 1000	2000... 3000	Грязная	-3,0... -0,5

В табл. 3 представлены реальные и преобразованные значения частных откликов химических показателей. Натуральные значения каждого отклика преобразованы в безразмерные величины в соответствии со стандартным аналогом по безразмерной шкале.

Таким образом, в результате получена искусственная метрика, в которой преобразованные значения каждого признака выгодно отличаются от натуральных значений малым диапазоном величин (от 0 до 1). Однотипность расчетных величин позволяет объединить разноразмерные отклики в единый обобщенный показатель и дать однозначную оценку качества исследуемых проб воды.

Таблица 3

Результаты расчета частных и обобщенных функций желательности* признаков в пробах (1—7) воды разной степени загрязненности

Признаки	1	2	3	4	5	6	7
Исходные данные							
1	9,890	10,050	9,026	8,947	8,991	9,063	9,427
2	1,845	3,740	2,389	2,270	1,384	1,667	1,915
4	9,960	33,730	18,480	10,048	8,660	7,802	9,186
5	0,310	0,701	0,346	0,310	0,304	0,280	0,303
6	0,382	0,496	0,408	0,262	0,432	0,288	0,350
7	0,034	0,072	0,041	0,037	0,055	0,028	0,029
9	0,084	0,124	0,058	0,068	0,056	0,072	0,098
10	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
17	75,600	186,600	69,560	63,050	47,567	62,725	64,225
18	97,725	1159,600	32,971	31,732	29,667	29,070	29,000

Окончание табл. 3

Признаки	1	2	3	4	5	6	7
Функции желательности							
1	0,4729	0,4807	0,4286	0,4244	0,4267	0,4306	0,4495
2	0,4381	0,2999	0,3579	0,3629	0,5445	0,4806	0,4205
4	0,7325	0,3591	0,5730	0,7310	0,7534	0,7659	0,7453
5	0,54	0,3487	0,5106	0,54	0,5449	0,5644	0,5457
6	0,6867	0,6319	0,6746	0,7367	0,6631	0,7268	0,7010
7	0,5896	0,4125	0,5586	0,5763	0,4958	0,6164	0,6119
9	0,6984	0,5396	0,7816	0,7543	0,7865	0,7418	0,6388
10	0,63	0,63	0,63	0,4378	0,4378	0,4378	0,4378
17	0,9123	0,6594	0,9289	0,9441	0,9716	0,9448	0,9416
18	0,988	0,3341	0,9998	0,9999	1	1	1
Обобщенная желательность D	0,6485	0,4515	0,6150	0,6174	0,6340	0,6441	0,6221

Примечание: * — представлены данные для функции экстремальных (максимальных) значений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кичигин В. И., Палагин Е. Д., Пономарева Ю. П. К вопросу о согласовании различных показателей степени загрязненности природных вод // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика : материалы 62-й Всеросс. науч.-техн. конф. Ч. II. Самара : СГАСУ, 2005. С. 240—241.

2. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязненности природных вод — коэффициента загрязненности (КЗ). Харьков : ВНИИВО, 1982. 82 с.

1. Kichigin V. I., Palagin Ye. D., Ponomareva Yu. P. K voprosu o soglasovanii razlichnykh pokazatelei stepeni zagryaznennosti prirodnykh vod // Aktualnye problemy v stroitelstve i arkhitekture. Obrazovanie. Nauka. Praktika : materialy 62-y Vseross. nauch.-tekhn. konf. Ch. II. Samara : SGASU, 2005. S. 240—241.

2. Rekomendatsii po primeneniyu obobshchennogo pokazatelya dlya otsenki urovnya zagryaznennosti prirodnykh vod — koeffitsienta zagryaznennosti (KZ). Kharkov : VNIIVO, 1982. 82 s.

© Мусаелян С. М., Рыльцева Т. Ф., Сахарова Н. А., Комаров А. Ю., 2012

Поступила в редакцию
в феврале 2012 г.

Ссылка для цитирования:

Анализ методов численной оценки уровня загрязненности природных вод / С. М. Мусаелян, Т. Ф. Рыльцева, Н. А. Сахарова, А. Ю. Комаров // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1(20).