

Министерство образования Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

502(07)
Г548

Н. В. Глотова

МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Учебное пособие к практическим занятиям

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2006

УДК [502.5(076.5)+[628.52/.53.658.562] (076.5)
Г676

*Одобрено
учебно-методической комиссией
механико-технологического факультета*

*Рецензенты:
Ю.Г. Горшков, Г.В. Туникова*

Глотова, Н.В.

Г676 Мониторинг среды обитания: Учебное пособие к практическим занятиям. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 22 с.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения при изучении курса «Мониторинг среды обитания». Пособие содержит теоретический материал, методики расчетов, справочные данные, список литературы, различные варианты заданий, которые выдаются студентам индивидуально.

УДК [502.5(076.5)+[628.52/.53.658.562] (076.5)

© Издательство ЮУрГУ, 2006

РАСЧЕТ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ СУШИ

Цель занятия: научиться рассчитывать трансграничный перенос загрязняющих веществ и оценивать погрешность расчета.

Подсистема мониторинга трансграничных поверхностных вод суши (ПМТПВС) в качестве специального вида входит в состав системы мониторинга поверхностных вод суши (СМПВС). В ПМТПВС наблюдениям подлежат водоемы и водотоки, пересекающие границу сопредельных государств, обозначающие такую границу и расположенные на ней.

Задачами ПМТПВС являются, обеспечение наблюдений за состоянием трансграничных поверхностных вод суши, оценка их состояния и определение переноса загрязняющих наносов реками через государственную границу.

Для расчета трансграничного переноса загрязняющих веществ используют прямой или косвенный метод расчета [2].

Прямой метод расчета применяют при наличии данных наблюдений по гидрохимическим и гидрологическим показателям.

Для расчета используют формулу

$$G = \sum_{i=1}^m W_i \bar{C}_i, \quad (1)$$

где G – количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т; m – число интервалов расчетного периода; W_i – объем стока воды за i -й интервал расчетного периода, км³; \bar{C}_i – средняя концентрация вещества за i -й интервал, мг/л или мкг/л.

Использование этой формулы правомерно при наличии тесной связи между концентрацией вещества в воде и расходом воды. При отсутствии такой связи или ее слабом проявлении для расчета используют следующую формулу:

$$G = W \bar{C}, \quad (2)$$

где W – объем стока воды за год, км³; \bar{C} – средняя концентрация вещества за год, мг/л.

В случае отсутствия сведений о связи между концентрацией вещества и расходом воды для расчета следует также применять формулу (2).

Косвенный метод расчета применяют при отсутствии сведений о содержании загрязняющих веществ в воде и наличии данных о стоке воды. В этом случае подбирают реку аналог и сопоставимым стоком воды и рассчитывают количество перенесенных загрязняющих веществ по формуле

$$G = \frac{G_a W}{W_a}, \quad (3)$$

где G и G_a – количество вещества, перенесенного неизученной рекой и рекой-аналогом за расчетный период, тыс. т; W и W_a – объемы стока воды неизученной реки и реки-аналога за расчетный период, км³.

Рассчитанный косвенным методом перенос загрязняющих веществ носит ориентировочный характер в том случае, если в реке, для которой сделан расчёт, не исследован химический состав воды.

Критерием достоверности определения переноса вещества является относительная погрешность, рассчитываемая согласно общепринятым положениям теории ошибок:

$$S_{G_i} = \sqrt{S_{W_i}^2 + S_{K_i}^2} \quad (4)$$

где S_{G_i} – относительная погрешность определения переноса вещества за i -й интервал расчётного периода; S_{W_i} – относительная погрешность определения стока воды за i -й интервал расчётного периода; S_{K_i} – относительная погрешность определения средней концентрации вещества за i -й интервал расчётного периода.

Относительная погрешность определения стока воды зависит от условий и детальности наблюдений. Эта погрешность составляет примерно 10% в случае, когда створы отбора проб и гидроствора совмещены.

Относительная погрешность определения средней концентрации вещества находят по формуле

$$S_{K_i} = \sqrt{\frac{1}{n} \left(V_B^2 + \frac{V_C^2}{k} \right)}, \quad (5)$$

где n – количество проб воды за интервал расчётного периода; V_B – средняя относительная погрешность временного ряда средних концентраций вещества в течении реки; V_C – средняя относительная погрешность единичного определения концентрации вещества в течении реки; k – количество проб в сечении реки.

Погрешность

$$V_B = \frac{\sigma_B}{\bar{C}}, \quad (6)$$

где σ_B – среднее квадратичное отклонение временного ряда средних концентраций в сечении реки; \bar{C} – средняя концентрация вещества за расчётный период.

Концентрация

$$\bar{C} = \frac{\sum \bar{C}_j}{n}, \quad (7)$$

где \bar{C}_j – средняя концентрация вещества в сечении реки по данным j -го отбора проб,

$$\bar{C}_j = \frac{\sum \bar{C}_j}{k}; \quad (8)$$

C_i – концентрация вещества i -ой пробы j -го отбора проб.

Отклонение

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum (\bar{C}_j - \bar{C})^2}{n-1}}. \quad (9)$$

Погрешность

$$V_c = \sqrt{V_a^2 + V_k^2}, \quad (10)$$

где V_a – относительная погрешность метода анализа; V_k – относительная погрешность концентрации вещества в сечении реки, связанная с числом отбираемых проб.

Погрешность

$$V_k = \sqrt{\frac{\sum \sigma_0^2}{n\bar{C}}}, \quad (11)$$

где σ_0 – среднее квадратичное отклонение единичного определения концентрации вещества в течении реки,

$$\sigma_0 = \pm \sqrt{\frac{(C_i - C_j)^2}{k-1}}, \quad (12)$$

В случае, если отбор проб производится в одной точке сечения, формула (5) имеет вид

$$S_k = \sqrt{\frac{V_B^2 + V_a^2}{n}}. \quad (13)$$

Умножая рассчитанную по формуле (4) относительную погрешность S_{G_i} на значение переноса загрязняющих веществ, полученное по формуле (1), вычисляют погрешность определения переноса за интервал расчётного в абсолютном выражении

$$\Delta G_i = \pm G_i S_{G_i}, \quad (14)$$

где G_i – количество перенесённого вещества за i -й интервал расчётного периода, тыс. т.

Погрешность определения переноса вещества за год получают, используя сумму погрешностей за отдельные интервалы расчётного периода:

$$\Delta G_{\text{год}} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta G_i^2}, \quad (15)$$

где m – число расчётных периодов.

Погрешность переноса за год в относительном выражении (%) рассчитывают по формуле

$$S_{G_{\text{год}}} = \frac{\Delta G_{\text{год}}}{G_{\text{год}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $G_{\text{год}}$ – количество перенесённого вещества за год, тыс. т [2].

Задание

Рассчитать трансграничный перенос железа рекой за год и оценить погрешность переноса в абсолютном и относительном выражении. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1 и 2.

Примечания:

- отбор проб в сечении реки проводился в одной точке;
- ПДК железа – 0,1 мг/л;
- погрешность метода анализа для вариантов: 1, 6, 8, 12, 15, 16, 19, 21, 23, 24, 25 равна 20%, а для остальных вариантов равна 25%;
- относительная погрешность стока воды для вариантов 1–5, 10–14 равна 8%, 6–8, 15–18 равна 10%, 9, 19–35 равна 12%.

Таблица 1

Исходные данные по количеству отборов проб воды и объему стока воды для расчета трансграничного переноса железа

№ варианта	Количество отборов проб воды		Объём стока	
	Половодье + паводки, n_1	Межень, n_2	Половодье + паводки, $W_1, \text{км}^3$	Межень $W_2, \text{км}^3$
1	3	6	0,080	0,125
2	4	4	0,082	0,122
3	5	5	0,090	0,100
4	5	7	0,076	0,130
5	4	6	0,084	0,129
6	4	7	0,085	0,124
7	3	8	0,078	0,132
8	3	7	0,089	0,110
9	4	7	0,100	0,120
10	5	6	0,082	0,131
11	3	8	0,092	0,100

№ варианта	Количество отборов проб воды		Объём стока	
	Половодье + паводки, n_1	Межень, n_2	Половодье + паводки, $W_1, \text{км}^3$	Межень, $W_2, \text{км}^3$
12	1	10	0,080	0,130
13	2	9	0,070	0,140
14	3	6	0,065	0,124
15	3	7	0,115	0,136
16	4	8	0,084	0,125
17	2	8	0,075	0,132
18	1	6	0,091	0,121
19	2	5	0,084	0,120
20	4	6	0,073	0,150
21	3	5	0,081	0,141
22	2	6	0,120	0,210
23	3	5	0,081	0,175
24	4	6	0,094	0,130
25	2	5	0,086	0,120
26	3	5	0,088	0,155
27	5	8	0,092	0,124
28	4	10	0,100	0,135
29	5	7	0,074	0,145
30	3	9	0,092	0,189
31	4	3	0,082	0,190
32	3	6	0,320	0,541
33	4	4	0,465	0,15
34	5	10	0,190	0,429
35	3	2	0,281	0,675

Таблица 2

Исходные данные по результатам замеров концентрации железа (C_j)
для расчета трансграничного переноса железа, мг/л

№ варианта	Половодье и паводки, n_1					Период межени, n_2									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,20	0,30	0,25	–	–	0,07	0,05	0,08	0,10	0,15	0,22	–	–	–	–
2	0,15	0,21	0,40	0,30	–	0,08	0,10	0,12	0,06	–	–	–	–	–	–
3	0,10	0,22	0,29	0,30	0,31	0,10	0,11	0,09	0,06	0,16	–	–	–	–	–
4	0,34	0,20	0,10	0,21	0,25	0,06	0,10	0,15	0,20	0,07	0,05	0,06	–	–	–

№ варианта	Половодье и паводки, n ₁					Период межени, n ₂									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,17	0,30	0,40	0,20	–	0,07	0,12	0,13	0,08	0,10	0,13	–	–	–	–
6	0,10	0,22	0,01	0,06	–	0,32	0,20	0,10	0,06	0,02	0,08	0,11	–	–	–
7	0,14	0,30	0,40	–	–	0,40	0,50	0,30	0,10	0,10	0,09	0,20	0,10	–	–
8	0,40	0,20	0,08	–	–	0,04	0,05	0,10	0,18	0,16	0,17	0,21	–	–	–
9	0,25	0,34	0,29	0,25	–	0,07	0,10	0,17	0,20	0,23	0,31	0,50	–	–	–
10	0,11	0,11	0,09	0,04	0,32	0,41	0,37	0,19	0,15	0,10	0,10	–	–	–	–
11	0,10	0,11	0,15	–	–	0,10	0,21	0,11	0,15	0,40	0,43	0,51	0,32	–	–
12	0,11	–	–	–	–	0,10	0,10	0,20	0,09	0,10	0,30	0,27	0,10	0,40	0,15
13	0,10	0,25	–	–	–	0,30	0,17	0,10	0,24	0,19	0,04	0,14	0,26	0,10	–
14	0,32	0,30	0,10	–	–	0,23	0,14	0,13	0,10	0,18	0,27	–	–	–	–
15	0,20	0,10	0,07	–	–	0,12	0,10	0,30	0,16	0,42	0,08	0,10	–	–	–
16	0,07	0,32	0,12	0,22	–	0,42	0,16	0,07	0,25	0,10	0,30	0,22	0,10	–	–
17	0,25	0,10	–	–	–	0,09	0,15	0,19	0,11	0,15	0,21	0,18	0,20	–	–
18	0,07	–	–	–	–	0,20	0,45	0,06	0,10	0,30	0,40	–	–	–	–
19	0,08	0,14	–	–	–	0,15	0,10	0,23	0,30	0,27	–	–	–	–	–
20	0,05	0,13	0,18	0,09	–	0,14	0,16	0,22	0,31	0,20	0,21	–	–	–	–
21	0,10	0,08	0,26	–	–	0,04	0,13	0,47	0,19	0,30	–	–	–	–	–
22	0,15	0,06	–	–	–	0,08	0,29	0,30	0,21	0,18	0,22	–	–	–	–
23	0,25	0,30	0,10	–	–	0,07	0,16	0,12	0,19	0,31	–	–	–	–	–
24	0,07	0,10	0,09	0,18	–	0,10	0,09	0,16	0,28	0,40	0,20	–	–	–	–
25	0,14	0,12	–	–	–	0,05	0,15	0,24	0,30	0,32	–	–	–	–	–
26	0,15	0,21	0,42	–	–	0,06	0,09	0,41	0,16	0,32	–	–	–	–	–
27	0,25	0,18	0,1	0,28	0,33	0,09	0,45	0,12	0,1	0,53	0,02	0,21	0,15	–	–
28	0,11	0,45	0,1	0,52	–	0,07	0,55	0,18	0,25	0,12	0,31	0,44	0,26	0,15	0,22
29	0,32	0,3	0,22	0,44	0,32	0,19	0,82	0,42	0,19	0,06	0,15	0,56	–	–	–
30	0,42	0,25	0,34	–	–	0,22	0,66	0,92	0,34	0,42	0,5	0,06	0,1	0,46	–
31	0,32	0,3	0,1	0,12	–	0,08	0,22	0,18	–	–	–	–	–	–	–
32	0,15	0,08	0,07	–	–	0,52	0,45	0,39	0,66	0,71	0,35	–	–	–	–
33	0,14	0,12	0,25	0,11	–	0,09	0,1	0,13	0,24	–	–	–	–	–	–
34	0,08	0,1	0,12	0,09	0,07	0,1	0,08	0,011	0,16	0,09	0,12	0,1	0,03	0,14	0,06
35	0,4	0,52	0,11	–	–	0,42	0,07	–	–	–	–	–	–	–	–

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО КОМПЛЕКСНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ И ЗОН ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ

Цель занятия: научиться рассчитывать комплексный показатель загрязненности атмосферного воздуха и оценивать степень загрязнения воздуха.

Оценка степени загрязненности атмосферного воздуха по комплексному показателю может быть произведена по максимально разовым, среднесуточным или среднегодовым концентрациям. Самая надежная оценка получается по среднегодовым данным.

Степень загрязненности рассчитывается с учетом кратности превышения среднегодового ПДК_г веществ, их класса опасности, допустимой повторяемости концентрации заданного уровня, количества веществ, одновременно присутствующих в воздухе и коэффициентов их комбинированного действия [1].

При этом среднегодовые ПДК_г могут быть выражены через среднесуточное значение ПДК_{сс}:

$$\text{ПДК}_g = \alpha \cdot \text{ПДК}_{\text{СС}}. \quad (1)$$

Значения коэффициента α приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициента α для некоторых веществ

Вещества	Коэффициент α
Аммиак, азота оксид, азота диоксид, бензол, бенз(а)пирен, марганца диоксид, озон, серы диоксид, сероуглерод, синтетические жирные кислоты, фенол, формальдегид, хлоропрен	1
Трихлорэтилен	0,4
Амины, анилин, пыль, углерода оксид, хлор	0,34
Сажа, серная кислота, фосфорный ангидрид, фториды (твердые)	0,3
Ацетальдегид, ацетон, диэтиламин, толуол, фтористый водород, хлористый водород, этилбензол	0,2
Акролеин	0,1

Степень загрязнения воздуха веществами разных классов опасности определяется приведением их концентрации $C_{\text{ф}}$, нормированных по ПДК, к концентрациям веществ 3-го класса опасности:

$$K^{(3 \text{ кл})} = K_j^n, \quad (2)$$

где n – коэффициент изоэффективности, равный для 1, 2 и 4 классов опасности соответственно 2,3; 1,3 и 0,87; j – класс опасности.

При величине нормированных по ПДК концентраций выше 2,5 (1 класс), 8 (2 класс) и 11 (4 класс) «приведение» к 3-му классу осуществляется путем умножения значений, нормированных по ПДК концентраций на 3,2, 1,6 и 0,7 соответственно.

Нормирование по ПДК осуществляется по формуле

$$K = \frac{C_{\phi}}{ПДК_r}, \quad (3)$$

где C_{ϕ} – фоновая концентрация загрязняющего вещества в атмосфере.

Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха веществами разного класса опасности рассчитывается по формуле

$$P = \sqrt{\sum K_i^2}, \quad (4)$$

где K_i – нормированная по ПДК концентрация i -го компонента, приведенная к концентрациям веществ 3-го класса опасности.

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха и выявление зон Чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия производится по данным табл. 2 [3].

Таблица 2

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Комплексный показатель среднегодового загрязнения воздуха	Параметры		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
1 вещество	Более 16	8 ... 16	Менее 8
2 ... 4 вещества	Более 32	16 ... 32	Менее 16
5 ... 9 веществ	Более 48	32 ... 48	Менее 32
10 ... 16 веществ	Более 64	48 ... 64	Менее 48
17 ... 25 веществ	Более 80	64 ... 80	Менее 64

Задание

Рассчитать комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха по исходным данным, приведенным в табл. 3. По табл. 2 оценить степень загрязнения атмосферного воздуха города.

Таблица 3

Исходные данные по величине фоновой концентрации выбрасываемых веществ, мг/м³

№ варианта	Азота дву-окись	Аммиак	Кислота серная	Пыль неор-ганическая	Сажа	Свинец	Серо-водород	Серы двуокись	Углеводороды предельные	Углерода окись	Фенол	Формальде-гид
1	1,53	0,1	0,08	0,32	0,04	–	–	0,27	13	3,3	–	0,017
2	0,45	0,06	0,05	0,7	0,08	0,0004	0,075	–	–	–	0,003	–
3	0,06	0,09	0,14	0,12	0,03	–	–	0,05	–	–	–	0,006
4	0,9	0,035	0,43	0,09	–	0,00035	0,06	–	5,5	3,46	0,007	0,02
5	1,48	–	0,13	0,45	–	0,0003	0,002	0,18	2,7	3,5	0,004	0,03
6	0,02	0,055	0,38	–	0,07	0,0007	0,05	0,22	0,4	4,2	0,006	0,007
7	0,054	0,07	–	0,8	–	0,0068	0,045	0,74	16	5	–	0,009
8	0,07	0,2	0,2	0,5	0,06	–	–	0,16	4	2,1	0,0035	0,012
9	0,83	–	0,68	0,06	0,05	–	0,04	0,20	4,3	2,4	0,005	–
10	1,58	0,25	–	0,78	0,09	0,0005	–	0,19	6	3,3	–	0,022
11	2,03	0,048	0,25	0,07	–	0,0009	–	0,08	0,2	–	0,0065	–
12	0,08	–	0,18	0,55	0,1	–	–	0,75	0,33	4,8	0,0053	0,005
13	0,055	0,063	0,08	–	0,045	0,001	0,07	0,25	–	2,5	–	–
14	0,09	–	–	0,13	0,6	0,004	0,03	0,3	1,15	–	0,008	–
15	1,3	0,075	0,15	–	0,08	–	0,005	0,24	0,65	0,4	–	0,01
16	0,033	0,036	0,19	–	0,5	–	0,008	0,15	0,3	3	0,002	0,033
17	0,6	0,057	–	0,05	0,06	0,0008	0,065	0,4	4,4	0,8	–	–
18	0,58	0,29	0,3	0,14	–	0,00037	–	0,33	1	2,2	0,0073	0,008
19	1,5	–	0,04	0,37	0,03	0,002	–	0,17	1,2	4,1	0,0035	0,024
20	0,044	0,02	–	0,08	–	0,0004	0,003	0,06	0,22	0,3	0,009	–

№ варианта	Азота дву-окись	Аммиак	Кислота серная	Пыль неор-ганическая	Сажа	Свинец	Серо-водород	Серы двуокись	Углеводороды предельные	Углерода окись	Фенол	Формальде-гид
21	2,04	–	–	–	0,05	0,003	–	0,18	17	1,9	0,008	0,02
22	0,02	0,3	0,1	0,33	–	0,0005	–	0,73	5,8	1,5	–	–
23	1,8	0,05	0,06	0,15	0,044	0,0015	–	–	4,35	–	0,0038	0,007
24	0,03	0,34	0,42	–	0,2	–	0,044	0,24	0,3	0,25	–	–
25	0,053	–	0,25	0,76	–	0,0007	0,065	0,08	–	0,38	–	0,015
26	0,5	0,061	–	0,04	0,07	0,0008	0,070	0,35	4,2	0,75	–	–
27	0,028	0,038	0,17	–	0,6	–	0,007	0,18	0,2	2,9	0,001	0,037
28	0,07	–	–	0,14	0,7	0,003	0,05	0,4	1,13	–	0,007	–
29	0,056	0,37	0,29	0,08	–	–	–	0,15	1,39	0,45	0,0047	–
30	0,44	0,035	0,13	–	0,09	0,0005	0,039	–	5,6	–	–	0,018
31	0,66	0,03	0,18	0,05	0,053	–	–	0,3	1,19	0,23	0,002	–
32	0,48	0,025	0,04	0,33	–	0,00037	0,009	–	5,44	1,95	–	0,028
33	0,21	0,39	0,33	–	0,04	0,003	–	0,17	–	0,8	0,0054	0,003
34	1,52	0,28	–	0,045	0,28	–	0,05	–	6,5	2,5	0,008	–
35	0,08	0,055	0,09	0,19	–	0,0002	–	0,07	–	0,58	–	0,005

РАСЧЕТ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ

Цель занятия: научиться рассчитывать индекс загрязненности воды (ИЗВ) и определять класс качества воды на основании расчета.

Расчет ИЗВ для поверхностных вод проводится только по строго ограниченному количеству ингредиентов. Результаты анализов по каждому из показателей осредняются (определяется среднеарифметическое значение (САЗ)). Число анализов для определения САЗ должно быть не менее 4 [1].

Расчет ИЗВ проводится по формуле (1) для поверхностных вод суши и по формуле (2) для морских вод

$$\text{ИЗВ} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / 6, \quad (1)$$

где n – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они ПДК или нет, включая показатель растворенного кислорода БПК₅. Для поверхностных вод суши $n = 6$; C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества в воде; ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества.

$$\text{ИЗВ} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / 4, \quad (2)$$

где n – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчета, имеющих наибольшее значение, независимо от того, превышают они ПДК или нет, включая показатель растворенного кислорода БПК₅. Для морских вод $n = 4$, расчет ИЗВ проводят не по отдельным станциям, а по районам контроля; C_i – концентрация i -го загрязняющего вещества в воде; ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества.

Для представления качества вод в виде единой оценки показатели выбирают независимо от лимитирующего признака вредности при равенстве концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

Учитывая, что показатель биохимического потребления кислорода БПК₅ является интегральным показателем наличия легкоокисляемых органических веществ (ПДК для БПК полного – 3 мгО₂/л), а также, что с увеличением содержания окисляемых органических веществ (уменьшается содержание растворенного кислорода) качество вод снижается более резко, ПДК для этих показателей определяется на основании табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

ПДК для показателя БПК₅

Потребление O ₂ , БПК ₅	Величина мгO ₂ /л, принимаемая за норматив
До 3 мгO ₂ /л включительно	3
От 3 до 15 мгO ₂ /л	2
Свыше 15 мгO ₂ /л	1

Таблица 2

ПДК для растворенного кислорода

Доля растворенного O ₂ , мг/л	Величина мгO ₂ /л, принимаемая за норматив
Свыше 6	6
6...5	12
5...4	20
4...3	30
3...2	40
2...1	50
1...0	60

Степень превышения концентрации растворенного кислорода над ПДК рассчитывается как норматив/содержание.

Для определения класса качества воды используются данные, приведенные в табл. 3 [4].

Таблица 3

Оценка класса качества воды

Класс качества воды	Текстовое описание	Величина ИЗВ
<i>Поверхностные воды</i>		
1	Очень чистая	До 0,3
2	Чистая	Более 0,3 до 1
3	Умеренно загрязненная	Более 1 до 2,5
4	Загрязненная	Более 2,5 до 4
5	Грязная	Более 4 до 6
6	Очень грязная	Более 6 до 10
7	Чрезвычайно грязная	Более 10
<i>Морские воды</i>		
1	Очень чистая	До 0,25
2	Чистая	Более 0,25 до 0,75
3	Умеренно загрязненная	Более 0,75 до 1,25
4	Загрязненная	Более 1,25 до 1,75
5	Грязная	Более 1,75 до 3
6	Очень грязная	Более 3 до 5
7	Чрезвычайно грязная	Более 5

Задание

Рассчитать индекс загрязненности воды по данным, приведенным в табл. 4 и оценить класс качества воды на основании табл. 3.

Таблица 4

Исходные данные по концентрации загрязняющих веществ для расчета ИЗВ

№ варианта	Растворенный O ₂ , мг/л	ПБК ₅ , мгO ₂ /л	Нефте- продукты, мг/л	Фенол, мг/л	Хром (6 ⁺), мг/л	Железо, мг/л
1	6,00	2,50	0,075	0,0140	0,0300	0,06
2	8,00	12,00	0,150	0,0030	0,00600	0,30
3	2,19	8,00	0,650	0,0130	0,2600	1,30
4	5,50	20,00	0,100	0,0020	0,0400	0,20
5	4,50	1,06	0,075	0,0050	0,1000	0,50
6	4,44	3,00	0,200	0,0040	0,0800	0,40
7	3,12	8,10	0,500	0,0100	0,2000	1,00
8	0,80	1,14	1,750	0,0700	0,0700	0,35
9	5,00	16,10	0,075	0,1100	0,1100	0,55
10	5,15	2,29	0,350	0,1400	0,1400	0,70
11	6,70	1,50	0,450	0,1800	0,1800	0,90
12	7,00	2,00	0,300	0,1200	0,1200	0,60
13	4,30	12,00	0,150	0,0800	0,0800	0,90
14	8,70	10,20	0,450	0,0070	0,1000	1,40
15	7,00	2,60	0,075	0,0015	0,0300	0,15
16	6,00	1,00	0,300	0,0020	0,1600	0,40
17	2,12	1,90	0,160	0,0045	0,1000	0,90
18	5,60	2,70	0,600	0,0055	0,1800	0,60
19	8,10	11,10	0,400	0,0070	0,1600	0,20
20	9,00	8,50	0,100	0,0015	0,0300	0,15
21	3,40	1,03	0,500	0,0030	0,1400	0,80
22	0,60	6,80	0,700	0,0020	0,1600	0,40
23	3,14	1,00	0,300	0,0130	0,2600	0,60
24	4,90	14,00	0,100	0,0050	0,1200	0,50
25	6,70	16,60	0,160	0,0020	0,1100	0,13
26	6,15	3,15	0,155	0,0080	0,1900	0,85
27	2,00	6,60	0,550	0,1000	0,0600	1,20
28	8,75	15,80	0,095	0,0035	0,0070	0,25
29	7,12	1,08	0,080	0,0060	0,0080	0,16
30	6,14	1,03	0,070	0,0065	0,0075	0,14
31	4,5	5,70	0,200	0,0130	0,1300	0,76
32	1,20	13,60	0,480	0,1250	0,2400	1,10
33	5,40	8,15	0,090	0,0120	0,0085	0,13
34	8,55	1,05	0,080	0,0005	0,006	0,04
35	9,00	2,40	0,075	0,0003	0,005	0,07

РАСЧЕТ СУММАРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ

Цель занятия: научиться рассчитывать суммарный показатель химического загрязнения сточных вод и выявлять зоны чрезвычайной ситуации и экологического бедствия.

Суммарный показатель химического загрязнения вод (ПХЗ–10) рассчитывается при выявлении зон чрезвычайной ситуации и экологического бедствия. Расчет производится по формуле (1) по 10 соединениям, максимально превышающим ПДК:

$$\text{ПХЗ-10} = (C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_{10}/\text{ПДК}_{10}), \quad (1)$$

где C_i – концентрация химического вещества в воде; ПДК_i – рыбохозяйственные нормативы.

Если каких–либо показателей для расчета ПХЗ-10 не хватает, то эти значения $C_i/\text{ПДК}_i$ условно принимаются равными 1. Заключение о степени неблагополучия может быть сделано на основе табл. 1 [4].

Таблица 1

Критерий оценки степени химического загрязнения поверхностных вод

Показатель ПХЗ-10	Параметры		
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная ситуация	Относительно удовлетворительное состояние
1–2 класс опасности	Более 80	35 – 80	Менее 35
3–4 класс опасности	Более 500	500	Менее 500

Задание

Рассчитать суммарный показатель химического загрязнения озера и оценить экологическое состояние воды по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета суммарного показателя
химического загрязнения ПХЗ-10

№ варианта	Алюминий	Медь	Свинец	Цинк	Железо	Хром	Кобальт	Фтор	Никель	Натрий	Фенол	Ванадий
1	0,005	0,019	0,01	0,002	0,030	0,021	0,045	0,002	0,050	0,070	0,022	0,090
2	0,400	0,100	–	0,900	1,000	0,040	0,080	0,500	0,600	–	0,080	0,090
3	0,600	–	0,900	–	0,001	0,008	0,900	0,004	–	0,001	–	–
4	0,070	–	0,060	0,080	–	0,021	0,060	0,006	0,080	0,030	0,110	0,010
5	–	–	0,080	0,200	0,060	–	0,040	0,010	0,090	–	0,013	0,100
6	0,500	0,090	0,040	0,044	–	0,030	–	0,050	0,120	0,050	0,80	0,500
7	0,040	0,008	–	0,005	0,060	–	0,004	0,010	0,002	0,001	0,030	0,050
8	–	0,050	0,500	0,100	0,500	0,160	0,100	0,500	–	–	–	0,400
9	0,020	0,010	0,018	0,110	0,002	0,210	0,340	0,009	0,125	0,001	0,007	0,007
10	–	0,130	–	0,060	0,130	0,200		0,007	0,008	–	0,40	0,300
11	–	0,050	0,007	0,005	0,040	0,008	0,050		0,007	0,400	0,006	–
12	–	–	0,050	0,021	0,080	0,014	0,040	0,050	0,015	0,050	0,010	0,200
13	0,040	–	0,007	0,010	–	0,007	0,080	–	0,600	–	0,004	0,500
14	0,060	0,008	0,030	0,040	0,050	–	0,040	0,003	–	–	0,080	0,400
15	0,080	0,001	0,040	0,030	0,050	0,035	0,010	0,040	0,020	0,010	0,120	0,040
16	–	0,010	0,700	0,100	0,500	0,200	0,050	–	–	–	–	0,450
17	–	0,009	0,060	0,008	0,001	0,004	0,006	0,050	0,006	–	0,100	0,004
18	0,008	0,007	0,020	0,034	–	–	0,040	0,002	0,015	0,050	0,260	0,030
19	0,800	–	0,009	0,450	0,006	–	0,080	0,050	0,090		0,600	0,100
20	0,090	0,002		0,060	0,050	0,010	–	–	–	0,030	0,021	–
21	0,070	–	0,400	–	0,800	0,070	–	0,050	–	0,008	0,040	0,006
22	0,070	–	0,080	0,070	–	0,042	0,060	0,002	0,080	0,030	0,016	0,010
23	0,800	0,040	0,500	0,300	0,500	–	0,050	0,500	0,050	–	0,030	0,350
24	–	–	0,080	0,020	0,060	–		0,040	0,010	0,090	–	0,010
25	0,007	0,007	0,080	0,008	–	0,040	0,005	0,009	–	0,180	0,050	0,550
26	0,002	0,800		0,006	0,050	0,400	0,008	0,100	0,030	–	–	0,530
27	–	0,030	0,006	0,004	0,100	0,016	0,020	0,030	0,110	–	0,210	0,007
28	–	0,020	0,500	0,100	0,500	0,600	0,300	1,000	0,300	–	0,200	0,150
29	0,800	0,040	0,030	0,050	0,120	0,220	0,450	0,001	0,070	0,120	0,007	0,060
30	–	0,100	–	0,970	1,000	0,800	–	2,500	–	–	0,100	0,100
31	–	0,420	0,050	0,550	0,720	0,030	–	0,100	0,520	–	–	–
32	0,004	0,020	0,030	0,003	0,009	0,005	0,020	0,160	0,0080	–	0,006	0,004
33	0,009	0,007	0,050	0,050	–	0,400	0,030	–	0,001	0,020	0,420	0,350
34	0,070	0,090	0,620	–	0,350	–	0,020	0,320	0,050	0,620	0,050	0,020
35	0,120	0,080	0,060	0,160	0,007	0,002	0,320	0,007	0,450	0,090	0,007	0,007

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Протасов, В.Ф. Экология здоровья и окружающей среды в России / В.Ф. Протасов. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 358 с.
2. РД 52.24.508-96. Методические указания. Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши: М., 1999.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомгидромет, 1989. – 683 с.
4. РД 52.24.309-92. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П.1

Нормативы загрязняющих вредных веществ

Наименование загрязняющих вредных веществ	Класс опасности	ПДК _{СС} , мг/м ³	ПДК _{МР} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³
Азота оксид	3	0,060	0,040	—
Азота диоксид	2	0,040	0,085	—
Акролеин	2	0,030	0,030	—
Альдегид масляный	3	0,015	0,015	—
Альдегид каприловый	2	—	0,020	—
Алюминия оксид (в пересчете на алюминий)	2	0,010	—	—
Аммиак	4	0,040	0,020	—
Ангидрид малеиновый	2	0,050	0,200	—
Ангидрид сернистый (сернистый газ, двуокись серы)	3	0,050	0,500	—
Ангидрид фталиевый	2	0,100	0,1000	—
Ангидрид хромовый	1	—	0,0015	—
Ацетон	4	0,350	0,3500	—
Ацетонциангидрин	2	—	—	0,010
Бария хлорид	2	—	—	0,004
Бенз(а)пирен	1	0,010	—	—
Бензин	4	1,500	5,00	—
Бензол	2	0,100	1,50	—
Бутанол (спирт бутиловый)	3	0,100	0,10	—
Бутилацетат	4	0,100	0,10	—
Взвешенные вещества	3	0,150	0,50	—
Водород мышьяковистый	2	0,002	—	—
Водород фтористый (фтористые соединения)	2	0,005	0,02	—
Водород хлористый (кислота соляная)	2	0,200	0,20	—
Водород цианистый (кислота синильная)	2	0,010	—	—
Водорода перекись	3	—	—	0,02
Диоксан-1,4 (этилена диоксид)	3	—	—	0,07
Дибутилфтанол	2	—	—	0,10
Диэтиловый эфир	2	—	—	0,10
Дихлорэтан	2	1,0000	3,0	—
Железа оксид (сварочный аэрозоль)	3	0,0400	—	—
Железо сернокислое (железа сульфат)	3	0,0070	—	—
Изопентан	4	100,00	—	—
Кадмия оксид	1	0,0003	—	—
Кальция фторид (фтористые соединения)	2	0,0300	0,2	—
Кислота азотная	2	0,1500	0,4	—
Кислота борная	3	0,0200	—	—
Кислота ортофосфорная	3	—	—	0,02
Кислота серная	2	0,1000	0,3	—
Кислота уксусная	3	0,0600	0,2	—

Наименование загрязняющих вредных веществ	Класс опасности	ПДК _{СС} , мг/м ³	ПДК _{МР} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³
Канифоль	3	–	–	0,1
Керосин	4	–	–	1,2
Ксилол	3	0,200	0,20	–
Марганец и его соединения	2	0,001	0,01	–
Масло минеральное	3	0,050	0,05	–
Метилметакрилат	3	0,010	0,10	–
Моноэтаноламин	2	0,020	–	–
Мышьяк	2	0,003	–	–
Натрия карбонат (щелочь едкая)	2	–	–	0,04
Натрия нитрит	3	–	0,005	–
Натрия о-фосфат	3	–	0,100	–
Натрия гидроокись	2	0,010	0,010	–
Нафталин	4	0,003	0,003	–
Нафтахинон	1	0,005	0,005	–
Никель металлический	2	0,001	–	–
Озон	1	0,030	0,16	–
Олова оксид	3	–	0,02	–
Пыль абразивная	4	–	0,04	–
Пыль древесная	3	–	–	0,1
Пыль металлическая	3	–	0,15	–
Пыль неорганическая	3	0,050	0,15	–
Пыль органическая	3	–	–	0,1
Пыль стекловолокна	3	–	0,06	–
Ртуть металлическая	1	0,0003	–	–
Сажа	3	0,0500	0,150	–
Свинец	1	0,0003	0,001	–
Сероводород	2	–	0,008	–
Скипидар	4	1,0000	2	–
Сольвент (углерод 4-х хлористый)	2	0,7000	4	–
Спирт бутиловый	3	0,1000	0,10	–
Спирт изобутиловый	4	0,4000	0,10	–
Спирт метиловый	3	0,5000	1,00	–
Спирт этиловый	4	5,0000	5,00	–
Стирол	2	0,0020	0,04	–
Сульфат аммония	3	0,1000	0,20	–
Толуол	3	0,6000	0,60	–
Уайт-спирит	4	–	–	1
Углеводороды предельные	4	–	1	–
Углерода оксид	4	3	5	–

Наименование загрязняющих вредных веществ	Класс опасности	ПДК _{СС} , мг/м ³	ПДК _{МР} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³
Фенол	2	0,003	0,010	–
Формальдегид	2	0,003	0,035	–
Хлор	2	0,030	0,100	–
Хром трехвалентный	3	–	–	0,01
Хром шестивалентный	1	0,0015	0,0015	–
Циклогексан	4	1,4000	1,4000	–
Цинка дигидрофосфат	2	0,0050	–	–
Цинка монофосфат	2	–	0,005	–
Цинка нитрат	2	0,0500	0,050	–
Цинка оксид	3	0,0500	–	–
Этилацетат	4	0,1000	0,100	–
Этилцеллозольв	3	–	–	0,70
Эпихлоргидрин	2	0,2000	0,200	–

Таблица П.2

Нормирование качества воды в водных объектах различного назначения

Наименование вредных веществ	ПДК, мг/л в водоеме		Класс опасности
	Рыбохозяйственного назначения	Хозяйственно-питьевого назначения	
Алюминий	0,04000	0,5000	2
Ацетон	0,05000	2,2000	4
Ванадий	0,00100	0,1000	3
Железо	0,10000	0,3000	4
Кадмий	0,00500	0,0010	2
Кобальт	0,01000	0,1000	2
Марганец	0,01000	0,1000	3
Медь	0,00100	1,0000	3
Мышьяк	0,05000	0,0500	2
Нефтепродукты	0,05000	0,3000	3
Натрий	120,000	200,00	4
Никель	0,01000	0,1000	3
Ртуть	0,00001	0,0005	1
Свинец	0,10000	0,0300	2
Фенол	0,00100	0,0010	3
Формальдегид	0,05000	0,0500	3
Фосфорорганические пестициды	0,20000	3,5000	3
Фтор	0,05000	1,2000	2
Хром шестивалентный	0,02000	0,0500	3
Хром трехвалентный	0,07000	0,5000	3
Цинк	0,01000	1,0000	3

ОГЛАВЛЕНИЕ

Расчет трансграничного переноса загрязняющих веществ поверхностными водами суши	3
Оценка степени загрязненности атмосферного воздуха по комплексному показателю для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия	9
Расчет индекса загрязненности воды	13
Расчет суммарного показателя химического загрязнения сточных вод для выявления зон чрезвычайной ситуации и экологического бедствия	16
Библиографический список.....	18
Приложения.....	19