

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
“Екологічна експертиза”

ХАРКІВ 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-
ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
“Екологічна експертиза”

Затверджено методичною радою університету,
протокол № _____ від “___” _____200__ р.

ХАРКІВ - -2018

Загальні методичні вказівки

Екологічна експертиза ґрунтується на екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища. Основними завданнями екологічної експертизи є:

визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої діяльності;

організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки запланованих і діючих об'єктів;

встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;

оцінка повноти, ефективності, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього середовища.

Метою практичних занять при вивченні курсу “Екологічна експертиза” є вдосконалення теоретичних знань з питань охорони поверхневих вод та атмосферного повітря; придбання практичних навичок: з проведення експертизи проектних рішень і обстеження діючих підприємств; аналізу екологічних обставин та пошуків рішення проблем забруднення довкілля.

У методичних вказівках наведено матеріал практичних завдань, які побудовано у формі рішення задач, що виникають у реальному процесі екологічної експертизи.

Завдання виконують по варіантах у зошитах з докладними розрахунками. У кінці кожного завдання необхідно зробити відповідні висновки, підготувати відповіді на контрольні запитання.

Лабораторна робота №1. Визначення фонових концентрацій речовин, що нормуються, у природних водних об'єктах та концентрацій речовин у стічній воді

Мета роботи: 1. засвоїти методику розрахунку фонових концентрацій речовин в природних об'єктах; 2. одержати навички розрахунку фактичних концентрацій речовин у стічній воді.

Під фоноюю концентрацією речовини C_f розуміють статистично обґрунтовану верхню довіркову межу можливих середніх значень цієї речовини у створі, який розташований вище випуску стічних вод..

Завдання 1. Визначити фонові концентрації речовин у воді природного об'єкту. Дані для виконання завдання наведені в табл. 1.1 за варіантами по останній цифрі номера залікової книжки.

Таблиця 1.1 - Варіанти завдань для визначення фонових концентрацій речовин (№ варіанта- номер студента в списках групи)

№ варіанта	Речовина	Період
1	загальна мінералізація, СПАР	2014-2016
2	БСК, азот амонійний	2015-2017
3	завислі речовини, БСК	2014-2016
4	ХСК, феноли	2014-2016
5	загальна мінералізація, ХСК	2013-2015
6	СПАР, феноли	2015-2017
7	азот амонійний, завислі речовини	2014-2016
8	ХСК, загальна мінералізація	2015-2017
9	БСК, СПАР	2013-2015
0	Завислі речовини, феноли,	2013-2015

Вихідні дані для виконання завдання наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Витрати (m^3/c) і концентрації (mg/dm^3) речовин у водотоках

Рік, міс.	Витрати	Завислі речовини	Загальна мінералізація	Азот амонійний	Феноли	СПАР	БСК	ХПК
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2013								
1	405	47,2	201	2,95	0,006	0,05	12,6	48,1
2	305	2,0	210	2,45	0,003	0,13	6,76	37,2
3	331	5,0	79	2,6	0,005	0,08	12,0	50,4
4	551	23,4	276	1,02	0,008	0,09	14,7	21,0
5	550	158	364	0,27	0,001	0,06	48,8	23,8

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	500	31,0	296	0,76	0,007	0,01	30,9	47,6
5	520	31,4	127	0,76	0,015	0,02	56,5	56,6
6	420	1,2	129	0,12	0,018	0,11	15,7	26,1
7	1690	28,6	89	0,4	0,003	0,10	14,7	32,1
8	596	8,8	169	1,39	0,006	0,09	14,1	29,6
9	917	29,8	247	1,05	0,009	0,10	26,4	37,5
10	855	26,6	281	1,2	0,005	0,12	20,4	40,4
11	582	12,4	329	1,92	0,006	0,12	18,9	32,8
12	434	1,6	292	1,9	0,005	0,19	2,27	35,0
2014								
1	377	25,8	117	2,48	0,005	0,09	0,33	27,8
2	348	8,8	89,3	0,26	0,003	0,07	0,98	41,4
3	329	17,8	201	3,05	0,001	0,14	7,16	20,6
4	438	20,6	254	1,96	0,006	0,17	3,30	100
5	2140	95,2	179	0,94	0,006	0,25	3,33	100
6	1060	11,8	110	2,33	0,006	0,08	3,67	80,0
7	908	4,4	112	2,32	0,008	0,03	3,97	80,0
8	555	5,8	482	1,2	0,008	0,38	3,56	80,0
9	526	42,2	207	1,14	0,001	0,30	3,78	48,0
10	1250	4,1	329	0,78	0,005	0,13	3,89	52,0
11	1640	79,0	202	0,26	0,005	0,01	3,34	45,4
12	568	7,4	201	0,88	0,002	0,12	5,64	31,4
2015								
1	425	12,0	89	0,64	0,003	0,17	4,76	58,1
2	306	19,4	92	0,08	0,001	0,09	5,23	140
3	310	18,4	117	1,16	0,001	0,04	3,56	47,5
4	255	6,0	292	0,22	0,003	0,1	4,65	46,4
5	4190	114	281	0,98	0,004	0,09	3,12	46,6
6	428	18,8	129	1,45	0,001	0,28	6,69	29,6
7	448	11,2	96	0,12	0,001	0,17	5,83	39,5
8	1540	16,4	169	3,53	0,001	0,06	5,11	15,5
9	627	28,0	247	2,37	0,005	0,04	6,64	43,0
10	1090	32,0	281	0,15	0,005	0,64	5,15	16,5
11	602	0,6	292	1,87	0,001	0,30	5,00	16,5
12	378	12,4	117	0,03	0,009	0,12	6,65	30,2
2016								
1	257	0,8	84	0,4	0,002	0,42	4,40	165

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	475	12,3	201	0,46	0,003	0,13	7,00	37,4
3	996	38,5	202	1,3	0,005	0,08	5,64	44,9
4	2360	42,4	329	4,06	0,008	0,09	7,32	73,3
5	325	39,8	207	0,12	0,001	0,06	3,40	53,4
6	765	48,7	482	1,24	0,007	0,01	6,75	44,1
7	442	50,2	292	0,10	0,015	0,02	7,21	14,5
8	538	30,0	117	0,53	0,018	0,11	3,23	33,8
9	438	8,6	202	0,3	0,003	0,10	7,0	23,5
10	495	36,0	329	0,78	0,003	0,23	7,14	34,2
11	519	50,6	207	9,73	0,013	0,22	4,86	22,1
12	458	13,5	482	0,78	0,002	0,21	7,20	13,2
2017								
1	598	9,3	110	1,1	0,006	0,12	6,20	22,2
2	562	8,5	110	2,00	0,005	0,18	4,55	25,0
3	494	20,6	178	0,6	0,003	0,17	4,09	27,8
4	483	35,0	325	0,48	0,006	0,03	4,12	60,0
5	456	12,4	392	0,22	0,005	0,06	2,93	40,0
6	476	26,9	254	1,27	0,004	0,12	1,99	76,0
7	1840	25,2	292	1,27	0,006	0,03	5,83	40,0
8	1050	24,3	117	2,02	0,005	0,08	11,3	92,0
9	1580	26,9	88	6,00	0,008	0,17	4,2	100
10	2100	8,5	201	2,58	0,006	0,02	3,4	100
11	1170	7,8	329	2,95	0,006	0,03	2,38	40,0
12	1500	1.6	207	0,99	0,008	0,03	6,2	100

Методичні вказівки до виконання роботи 1

Основою для розрахунку C_{ϕ} є результати вимірювань якості води та відповідних по часу витрат у заданому створі не менш, як за три останніх роки. Розрахунок фонових концентрацій щодо кожної речовини складається з наступних етапів.

1.1 Виключення занадто високих або низьких вимірювань за рік

Такі значення можуть бути наслідком помилок в час відбору, підготовки та аналізу проб. Для їх виключення використовують метод розрахунку максимального відносного відхилення.

а) розраховуємо середню концентрацію за рік:

$$C_c = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$$

де C_i - значення концентрацій, що були виміряні;

n - кількість вимірювань за даний рік.

б) знаходимо середньоквадратичне відхилення:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_c)^2}{n - 1}}$$

в) розраховуємо максимальне відхилення

$$\delta = \max \left(|C_{\max} - C_c|, |C_{\min} - C_c| \right)$$

де C_{\max} , C_{\min} - відповідно максимальна і мінімальна концентрація речовини у році.

г) визначаємо максимальне відносне відхилення

$$t = \frac{\delta}{s}$$

д) значення t порівнюємо з критичним t_n при $P = 0,99$ (додаток 1). При $t < t_n$ відхилення незначне і спостереження не відкидається. При $t > t_n$ спостереження відкидається і процедура повторюється починаючи з п. а).

1.2 Оцінка суттєвості або несуттєвості розбіжностей вимірювань за окремі роки.

Для порівняння середніх значень концентрацій за окремі роки використовують критерій Стюдента. Рік з найбільшою середньою концентрацією приймається за базовий, після чого оцінюється суттєвість розбігів базового і останніх років:

а) розраховуємо відношення

$$t = \frac{C_1 - C_2}{s_t \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

де

$$s_t = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}}$$

б) значення t порівнюємо із t_{st} при $P = 0,99$, $k = n_1 + n_2 - 1$ (додаток 2), якщо $t < t_{st}$, різниця між концентраціями двох вибірок приймається несуттєвою.

1.3 Визначення статистичного зв'язку між концентраціями і витратами

Аналіз проводиться на основі значення коефіцієнта кореляції. Для цього всі дані про витрати і відповідні їм концентрації за всі роки зводять у єдину вибірку і визначають r

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp}) \cdot (Q_i - Q_{cp})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{cp})^2}}$$

де n - кількість даних у поєднаній вибірці.

Статистичний зв'язок приймається як суттєвий, якщо значення r перебільшує те, що приведено нижче:

Граничні значення r

n	r
<15	0,7
$15 < n < 25$	0,66
$n > 25$	0,6

Відповідно тому, існує статистичний зв'язок чи не існує, подальший розрахунок виконують по одному з двох шляхів.

1.3.1 Розрахунок фонових концентрацій, коли зв'язок між витратами і концентраціями відсутній

1.3.1.1 Об'єднані дані трьох років групуються по кварталах. У кожному кварталі повинно бути не менше, як три виміри. Якщо у кварталі буде менше як три виміри, то він із розрахунку виключається. Визначають середні концентрації та середньоквадратичне відхилення (s) по кожному з кварталів. Квартал з найбільшою середньою концентрацією приймається за базовий, після чого оцінюється суттєвість розбігів базового і останніх кварталів за методикою, наведеною у п. 1.2. Після відсіву кварталів з концентраціями, що суттєво відрізняються від концентрацій базового квартала, всі концентрації зводяться в єдину послідовність і визначається фонові концентрація:

$$C_{\text{ф.кварт}} = C_{\text{ср.кварт}} + \frac{s_{\text{кварт}} \cdot t_{p,n-1}}{\sqrt{k}}$$

$$C_{\text{ср.кварт}} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{k}; \quad s_{\text{кварт}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (C_i - C_{\text{ср.кварт}})^2}{k-1}}$$

де k - кількість даних,

$t_{p,n-1}$ - табличне значення критерія Стюдента для $P=0,95$ (додаток 2).

1.3.2 Розрахунок фонових концентрацій, коли зв'язок між витратами і концентраціями існує.

1.3.2.1 Будується регресійне рівняння:

$$C = aQ + b,$$

де a і b визначається виразами:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i C_i - \sum_{i=1}^n C_i \sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n Q_i \right)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n C_i - a \sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

1.3.2.2 Визначається фонова концентрація:

$$C_{фон} = C_{\phi}^p + s_{\phi} \cdot t_{(p,n-2)} \cdot \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}},$$

де

$$C_{\phi}^p = aQ_p + b$$

Q_p - середньомісячні витрати води в річці (табл. 3.1).

1.4. Отримані значення фонових концентрацій по всіх речовинах зводять у таблицю за зразком:

Речовина	Фонова концентрація, мг/м ³
завислі речовини	19,9

Лабораторна робота №2. Оцінювання фонового стану річки

Мета роботи: оцінити природну якість води річки шляхом встановлення класу якості, пояснити для яких потреб така вода придатна.

Якість річкової води слід оцінювати згідно з нормативами якості поверхневих вод за класами якості (табл. 2.1, 2.2).

Визначені по цих ознаках класи і категорії якості вод відбивають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші й естуарій України.

Назви, які надано класам і категоріям якості вод по їхньому стані, такі:

- I клас з одною категорією (1) - відмінні;
- II клас - гарні, із двома категоріями: дуже гарні (2) і гарні (3);
- III клас - задовільні, із двома категоріями: задовільні (4) і середні (5);
- IV клас з одною категорією (б) - погані;
- V клас з одною категорією (7) - дуже погані.

Таблиця 2.1 - Класифікація якості поверхневих вод за критеріями мінералізації

Клас якості вод	Прісні води - I		Солонуваті води - II			Солоні води - III	
	Гіпогалінні	Олігогалінні	<i>p</i> -мезогалінні	<i>a</i> -мезогалінні	Полігалінні	Еугалінні	Ультрагалінні
Величина мінералізації, мг/дм ³ ,	Менше 0,50	0,51-1,00	1,00-5,00	5,01-18,00	18,01-30,00	30,01-40,00	Більше 40,00

Таблиця 2.2 - Екологічна класифікація поверхневих вод суші за гідрохімічними критеріями

Клас якості	I		II		III		IV	V
Категорія якості	1	2	3	4	5	6	7	
Показники								
Гідрохімічні								
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100	
Азот амонійний, мгN/дм ³	<0,1	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50	
ХСК, мгO ₂ /дм ³	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,0	
БСК ₅ , мгO ₂ /дм ³	<0,1	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	>12,0	
Специфічні речовини токсикологічної дії								
Феноли, мг/дм ³	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20	
СПАР, мг/дм ³	0	<10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250	

Назви, які надано класам і категоріям якості вод по ступені їхньої чистоти (забруднення), такі:

I клас з одною категорією (1) - дуже чисті;

II клас - чисті, із двома категоріями: чисті (2) і досить чисті (3);
III клас - забруднені, із двома категоріями: слабо забруднені (4) і помірно забруднені (5);

IV клас з одною категорією (6) - брудні;

V клас з одною категорією (7) - дуже брудні.

Необхідно оцінити клас якості води за кожною речовиною (результати практ. заняття №1), визначити клас якості річки, придатність річкової води для користувачів, результати оцінки подати в табличній формі (зразок табл. 2.3)

Таблиця 2.3 - Оцінка якості природних вод річки

Назва забруднюючої речовини	Фонові концентрації, мг/л	Клас якості
Завислі речовини	15	III
Азот амонійний	0,2	II
БСК ₅	3	II

Воду I класу якості використовують з мінімальною підготовкою для питного водопостачання, для всіх інших галузей - без попередньої підготовки. Вода II класу потребує складного водоочищення для питного водопостачання, в інших галузях використовується без доочищення. Вода III класу для питного водопостачання потребує складної очистки, для зрошення - доочищення не потрібне. Вода IV класу не придатна для питних потреб, рекреації, риборозведення, для використання у виробництві потребує складної підготовки. Вода V класу є умовно придатною для зрошення і охолодження. Отже, вода річки належить до III класу якості.

Запитання

1. Що таке фонові концентрації речовини в поверхневих водах?

2. До якої головної процедури зводиться визначення фонові концентрації речовини у воді?

3. Порівняйте отримані Вами значення фонові концентрацій речовин з ГДК (додаток 3) і зробіть висновки відносно співвідношення цих двох показників.

Лабораторна робота №3. Визначення фактичних концентрацій речовин, що нормуються, у стічній воді

Дані для виконання завдання наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані щодо фактичних концентрацій (мг/дм³) речовин у стічній воді

рік	завислі речовини	загальна мінералізація	азот амонійний	феноли	СПАР	БСК	ХПК
2013	27,5	427	1,45	0,02	0,32	20,1	63,2
	11,8	329	2,7	0,017	0,33	26,4	53,9
	40,8	364	1,9	0,02	0,45	27,7	30,5
	32,5	301	1,92	0,015	0,30	26,6	66,4
	11,0	552	0,97	0,009	0,24	21,8	38,9
	17,5	634	2,3	0,013	0,19	20,2	46,7
2014	17,5	301	1,92	0,02	0,13	30,1	65,0
	11,8	333	2,40	0,009	0,26	18,4	39,5
	27,9	284	0,94	0,017	0,45	29,1	46,8
	33,5	419	2,33	0,013	0,25	20,1	39,4
	19,9	550	1,45	0,018	0,24	26,4	78,2
	22,1	519	1,55	0,021	0,18	27,7	69,3
2015	40,8	211	3,53	0,018	0,26	27,3	70,3
	32,5	364	0,79	0,015	0,45	18,8	59,5
	27,5	427	0,98	0,009	0,13	26,9	63,2
	19,9	329	1,12	0,013	0,25	18,4	53,9
	15,8	547	1,06	0,02	0,30	25,4	30,5
2016	27,5	427	0,94	0,016	0,30	20,1	66,4
	11,8	329	2,33	0,017	0,24	26,4	38,9
	40,8	364	1,45	0,013	0,19	27,7	46,7
	27,9	419	1,92	0,018	0,32	29,1	46,8
	33,5	550	2,40	0,009	0,33	20,1	39,4
	19,9	519	0,94	0,013	0,45	26,4	78,2
2017	11,8	211	0,98	0,009	0,25	20,1	63,2
	27,9	364	1,12	0,017	0,24	26,4	53,9
	33,5	427	1,06	0,013	0,18	27,7	30,5
	33,5	333	1,92	0,018	0,13	26,9	46,8
	19,9	284	2,40	0,021	0,26	18,4	39,4
	22,1	419	0,94	0,015	0,45	25,4	78,2

Методичні вказівки до виконання роботи 3

3.1 Розрахунок фактичної концентрації речовин у стічній воді

3.1.1 Дані вимірювань концентрацій у стічній воді за три роки, зводять у об'єднану вибірку і виконують відсів занадто високих або низьких концентрацій за методикою, яка описана у п. 1.1

3.1.2 Концентрація речовини у стічній воді визначається як середнє арифметичне концентрацій об'єднаної вибірки після відсіву занадто високих або низьких значень:

$$C_{ст} = \Sigma C_i / n$$

3.1.3 Розраховані значення концентрацій речовин у стічній воді зводяться у таблицю за зразком:

Речовина	Фактична концентрація, мг/м ³
Хлориди	440,4

Лабораторна робота №4. Вплив гідравлічних характеристик потоку і параметрів випусків стічних вод на кратність розбавлення

Мета роботи - вивчити закономірності загального і початкового розбавлення стічних вод.

Розбавлення стічних вод - це зменшення концентрації речовини у них шляхом змішування з менш концентрованою водою природного об'єкту.

Даними для розрахунку кратності розбавлення є затверджені для розрахунку ГДС витрати стічних вод $Q_{ст}$, середньомісячні витрати води в річці Q_p , глибина потоку h_p , швидкість потоку V_p , характеристика русла ($n_{ш}$)- ці величини визначають кратність основного розбавлення; конструктивні параметри випусків стічних вод - визначають кратність початкового розбавлення, яке розраховується в наступних випадках:

- для зосереджених і розсіюючих випусків у водоток при співвідношенні швидкостей ріки (V_p) і випуску стічних вод ($V_{ст}$)

$$V_{ст} \geq 4 V_p;$$

- при абсолютних швидкостях випуску стічних вод, більших 2м/с.

При менших швидкостях розрахунок початкового розбавлення не робиться.

Завдання. Визначити кратність розбавлення стічних вод для скиду в водойму.

Дані для вирішення завдання вибирають з табл. 4.1 за останньою цифрою номера залікової книжки.

Таблиця 4.1 - Дані щодо параметрів випуску стічних вод

№	Q_p , м ³ /с	h_p , м	V_p , м/с	$n_{ш}$	d_0 , м	$Q_{ст}$, м ³ /с	$Q_{ГДС}$, м ³ /ГОД.	тип випуску
1	350	1,8	0,82	0,029	0,5	1,0	3000	у стріжень
2	611	2,5	1,43	0,04	0,6	3,0	10000	береговий
3	255	1,7	0,7	0,029	0,7	0,75	2100	у стріжень
4	355	1,9	0,9	0,025	0,5	1,2	4000	береговий
5	92	0,5	0,13	0,04	0,14	0,05	150	у стріжень
6	100	0,5	0,12	0,04	0,15	0,05	130	у стріжень
7	500	2,0	1,5	0,04	0,5	2,8	10080	береговий
8	250	1,5	0,75	0,029	0,75	0,75	2200	у стріжень
9	95	0,5	0,15	0,025	0,2	0,043	100	береговий
0	93,5	0,62	0,14	0,027	0,16	0,044	130	береговий

Методичні вказівки до виконання роботи 4

Кратність розбавлення стічних вод n визначається як

$$n = n_0 \cdot n_{п}, \quad (1)$$

де n_0 - кратність основного розбавлення;

$n_{п}$ - кратність початкового розбавлення.

Тоді розрахунок кратності розбавлення включає наступні етапи:

- розрахунок кратності основного розбавлення;
- розрахунок кратності початкового розбавлення.

4.1 Розрахунок кратності основного розбавлення

Кратність основного розбавлення визначається через вираз:

$$n = \frac{Q_{\text{ст}} + \gamma \cdot Q_p}{Q_{\text{ст}}} \quad (2)$$

де $Q_{\text{ст}}$ - затверджені для встановлення ГДС витрати стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_p - середньомісячні витрати річки, $\text{м}^3/\text{с}$;

γ - коефіцієнт забезпеченості змішування, який показує яка частина річних витрат змішується із стічними водами у максимально забрудненій струміні розрахункового створу.

Для визначення коефіцієнту змішування необхідно виконати наступні розрахунки.

4.1.1 Визначаємо коефіцієнт турбулентної дифузії за формулою:

$$D = \frac{V_p \cdot g \cdot h_p}{M \cdot Sh}, \quad (3)$$

де V_p та h_p - відповідно середня швидкість та глибина потоку;

g - прискорення сили ваги, яке дорівнює $9,8 \text{ м}^2/\text{с}$;

Sh - коефіцієнт Шезі, який визначається за формулою:

$$Sh = \frac{R^y}{n_{\text{ш}}} \quad (4)$$

де $n_{\text{ш}}$ - коефіцієнт шорсткості ложа річки,

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n_{\text{ш}}} - 0,1)$$

M - коефіцієнт, який залежить від Sh за умовою $10 < Sh < 60$ - $M = 0,7Sh + 6$,

R - гідравлічний радіус, який приблизно дорівнює h_p - глибині річки.

4.1.2 Визначаємо коефіцієнт α , який ураховує гідравлічні умови у річці: $\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot 3 \sqrt{\frac{D}{Q_{\text{ст}}}}$,

де $\xi = 1$ при береговому випуску стічних вод;

$\xi = 1,5$ при випуску у стріжень;

ϕ - звивистість річища (відношення відстані до контрольного створу по фарватеру до відстані по прямій), приймаємо рівним 1.

4.1.3 Визначаємо коефіцієнт β , який ураховує значення гідравлічних факторів і відстань до створу водокористування:

$$\beta = e^{-\alpha\sqrt[3]{L}}, \quad (5)$$

де L - відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу; оскільки всі водні об'єкти в Україні віднесені до рибогосподарчого водокористування, ГДС повинен забезпечити дотримання нормативних вимог на відстані не більш, як 500 метрів від випуску стічних вод ($L = 500$ м)

4.1.4 Визначаємо коефіцієнт розбавлення:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q_p}{Q_{ст}} \cdot \beta} \quad (6)$$

4.1.5 За формулою (2) визначаємо кратність основного розбавлення.

4.2. Розрахунок кратності початкового розбавлення.

Розрахунок кратності початкового розбавлення проводять при одночасному виконанні наступних умов: $V_{ст} > 2$ м/с та $V_{ст} > 4 V_p$, де $V_{ст}$ - швидкість витікання стічної води при $Q_{ст}$;

V_p - середня швидкість ріки.

Якщо хоча б одна з цих умов не витримується, початкове розбавлення вважається відсутнім, $n_{п} = 1$.

Швидкість витікання стічної води визначається за формулою:

$$V_c = \frac{4Q_c}{\pi \cdot d_0^2} \quad \text{- для зосередженого випуску стічних вод,}$$

$$V_c = \frac{4Q_c}{\pi \cdot d_0^2 \cdot N} \quad \text{- для розсіючого випуску,}$$

де d_0 - діаметр оголовку зосередженого випуску або діаметр отвіру розсіючого випуску;

N - кількість отворів розсіючого випуску.

Кратність початкового розбавлення визначається за формулою:

$$n_{\text{п}} = \frac{0,248}{1-m} \cdot d^{-2} \cdot \left(\sqrt{m^2 + 8,1 \cdot \frac{1-m}{d^2}} - m \right) \cdot f \quad (7)$$

Для визначення $n_{\text{п}}$ необхідно виконати наступні розрахунки.

4.2.1 Визначаємо відношення швидкостей:

$$m = \frac{V_{\text{р}}}{V_{\text{ст}}} \quad (8)$$

4.2.2 Визначаємо відносний діаметр струміні у розрахунковому створі:

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{7,465}{\Delta V_m [\Delta V_m (1-m) + 1,92 m]}}$$

де $\Delta V_m = \frac{0,15}{(1-m) \cdot V_{\text{ст}}}$.

4.2.3 Визначаємо ширину струміні d за формулою:

$$d = d_0 \cdot \bar{d} \text{ - для зосередженого випуску,}$$

$d = l$ - для розсіючого випуску, де l - відстань між оголовками розсіючого випуску.

4.2.4 Визначаємо коефіцієнт стиснення струміні:

$$f = 1, \text{ коли } d \leq h_{\text{р}}$$

$$f = 1,825 \cdot \frac{h_{\text{р}}}{d} - 0,781 \cdot \frac{h_{\text{р}}^2}{d^2} - 0,0038, \text{ коли } d \geq h_{\text{р}}, \text{ де } h_{\text{р}} \text{ -}$$

глибина потоку.

4.2.5 Визначаємо кратність початкового розбавлення за формулою (3) і кратність розбавлення за формулою (1).

Запитання.

1. З яких двох складових визначається кратність розбавлення стічних вод?

2. Назвіть основні параметри, необхідні для розрахунку кратності розбавлення стічних вод?

3. Схарактеризуйте випадки, при яких розрахунок початкового розбавлення стічних вод не має рації.

Лабораторна робота № 5. Розрахунок допустимої концентрації речовин у стічній воді та характеристика основних учасників водогосподарського комплексу (ВГК).

Мета роботи: 1. Визначити допустимі концентрації та величину гранично-допустимого скиду забруднюючих речовин в стічні водах підприємства. 2. Охарактеризувати основних учасників водогосподарського комплексу басейну, проаналізувати склад стічних вод, що надходять до поверхневих вод річки.

Допустима концентрація речовини у стічній воді ($C_{ГДС}$) забезпечує нормативну якість води у контрольному створі, яка визначається дотриманням гранично допустимих концентрацій або

виконанням умови $\sum \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1$ для речовин, які відносяться до

одного лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ).

У випадках, коли якість води у водному об'єкті сформувалась тільки під впливом природних факторів і є гіршою за нормативну, допустима концентрація речовини у стічній воді ($C_{ГДС}$) повинна забезпечувати непогіршення фонового стану водойми.

Гігієнічна регламентація забруднюючих речовин у природному середовищі полягає у встановленні гранично допустимих концентрацій.

ГДК - це кількість шкідливої речовини у тому чи іншому природному середовищі (воді, повітрі, ґрунті та інш.), яка при постійному контакті або впливі за визначений інтервал часу практично не справляє впливу на здоров'я людини.

Норми якості поверхневих вод встановлюються для умов господарчо-питного, культурно-побутового та рибогосподарчого водокористування.

До господарчо-питного водокористування відносять використання водних об'єктів або їх

ділянок як джерел господарчо-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До культурно-побутового водокористування відносять використання водних об'єктів для купання, спорту, відпочинку населення, а також використання водних об'єктів, які розташовані у межах населених пунктів.

Рибогосподарські водойми або їх ділянки використовуються для відтворення, промислу та міграцій риби, безхребетних і водних ссавців.

Гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у водоймі (річці, озері, морі, підземних водах) відповідає рівню забруднення, яке виключає негативний вплив на організм людини та можливість обмеження або порушення нормальних умов господарчо-питного, культурно-побутового та інших видів водокористування. При перевищенні ГДК вода стає непридатною для одного або кількох видів водокористування.

Гранично допустимі концентрації для водойм культурно-побутового та господарчо-питного використання встановлені не за фізичними або хімічними властивостями, а в залежності від характеру впливу тієї чи іншої речовини на стан водойм. Розрізняють три види такого впливу: на загальний санітарний режим водойми (загальносанітарний показник); на органолептичні якості води (органолептичний показник), на стан здоров'я людини (токсикологічний показник). При проведенні нормування урахувуються одночасово всі три показники. ГДК тієї чи іншої речовини встановлюється за тим показником шкідливого впливу, для якого характерна мінімальна порогова або підпорогова концентрація. Пороговою називається така концентрація токсичних речовин у воді, при якій можливі лише мінімальні, практично невстановимі зміни якості води. Оскільки цей показник шкідливості визначає характер найбільш вірогідного негативного впливу найменших концентрацій даної речовини, він одержав назву лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ). З урахуванням того факту, що більшість речовин нормується за загальносанітарним або органолептичним показником шкідливості, залишається великий запас надійності за важливим для здоров'я людини токсикологічним показником.

Методичні вказівки до виконання роботи № 5

Дані для виконання завдання вибираються з попередніх завдань:

1. речовини - з табл. 1.1;
2. C_f , $C_{ст}$, - результати розрахунку контрольного завдання № 1, № 2 відповідно варіанту;
3. $Q_{ст}$, - з табл. 4.1;
4. n - кратність розбавлення – результати розрахунку контрольного завдання № 4 ;
5. значення ГДК речовин приведені в додатку 3;
6. умови скиду приведені в табл. 5.1;
7. лімітуючий показник шкідливості приведений у додатку 5.

Таблиця 5.1 - Умови скиду стічних вод остання цифра номера залікової книжки)

№ вар	Підприємство	Приймач стічних вод	Категорія водокористування
1	хімічний завод	Півд. Буг	рибогосподарське першої категорії, в межах міста
2	машинобудівний завод	Дніпро	рибогосподарське другої категорії, за межами міста, фон антропогенний
3	хімічний комбінат	Сів. Дінець	в межах міста
4	Ткацька фабрика	Велика	рибогосподарське першої категорії, за межами міста, фон антропогенний
5	АТП	Псьол	в межах міста
6	хімічний комбінат	Сів. Дінець	рибогосподарське , вищої категорії, за межами міста, фон антропогенний
7	машинобудівний завод	Дніпро	рибогосподарське другої категорії, за межами міста, фон антропогенний
8	АРЗ	Днестр	в межах міста
9	АТП	Ворскла	в межах міста
0	м'ясокомбінат	Оскол	в межах міста

5.1 Розрахунок $C_{ГДС}$ при розміщенні випуску поза межами міста

У такому випадку норми якості води визначаються як для води водойм рибогосподарського водокористування.

5.1.1 Розрахунок $C_{ГДС}$ для речовин, які не належать до одного ЛПШ виконується за формулами:

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + n(\text{ГДК} - C_{\phi}), \text{ якщо } C_{\phi} < \text{ГДК}$$

$$C_{ГДС} = \text{ГДК}, \text{ якщо } C_{\phi} > \text{ГДК} \text{ та фон антропогенний}$$

$$C_{ГДС} = C_{\phi}, \text{ якщо } C_{\phi} > \text{ГДК} \text{ та фон природний,}$$

де n - кратність розбавлення.

Розраховане значення $C_{ГДС}$ порівнюється із $C_{ст}$ та, якщо $C_{ГДС} > C_{ст}$, $C_{ГДС}$ приймається дорівнюючим $C_{ст}$: $C_{ГДС} = C_{ст}$

5.1.2 Розрахунок $C_{ГДС}$ для речовин, які належать до одного ЛПШ

В цьому випадку $C_{ГДС}$ визначають з умови видержування співвідношень: $\sum C_i / \text{ГДК}_i = 1$.

$$\text{Тоді } C_{ГДСi} = C_{\phi i} + n(k_i \text{ГДК}_i - C_{\phi i}),$$

де k_i - вагові коефіцієнти, які визначають долю кожної речовини в загальному ЛПШ; $\sum k_i = 1$.

Розраховане значення $C_{ГДС}$ порівнюється із $C_{ст}$ та, якщо $C_{ГДС} > C_{ст}$, $C_{ГДС}$ приймається дорівнюючим $C_{ст}$: $C_{ГДС} = C_{ст}$

5.1.3. Розрахунок $C_{ГДС}$ для завислих речовин виконують за формулами:

$C_{ГДС} = C_{\phi} + 0,25n$ - для рибогосподарських водойм вищої та першої категорії;

$C_{ГДС} = C_{\phi} + 0,75n$ - для рибогосподарських водойм другої категорії;

$$C_{ГДС} = (1+0,05n)C_{\phi} - \text{при природному фоні вище } 30 \text{ г/м}^3.$$

5.2 Розрахунок $C_{ГДС}$ при розміщенні випуска в межах міста

В цьому випадку нормативні вимоги ставляться безпосередньо до стічної води та відповідають вимогам, які ставляться до водойм комунально-побутового водокористування.

Тоді $C_{ГДС}$ визначається відношенням:

а) для речовин, які не належать до одного ЛПШ:

$$C_{ГДС} = \text{ГДК} \text{ при } C_{ст} > \text{ГДК}$$

$$C_{ГДС} = C_{ст} \text{ при } C_{ст} < \text{ГДК}$$

б) для речовин, які належать до одного ЛПШ: $C_{ГДСi} = k_i \text{ГДК}_i$

де k_i - вагові коефіцієнти, які визначають долю кожної речовини в загальному ЛПШ; $\sum k_i = 1$

Розраховане значення $C_{ГДС}$ порівнюється із $C_{ст}$ та, якщо $C_{ГДС} > C_{ст}$, $C_{ГДС}$ приймається дорівнюючим $C_{ст}$: $C_{ГДС} = C_{ст}$

в) для завислих речовин, нормування яких виконується за фоновими концентраціями, розрахунок $C_{ГДС}$ призводиться з урахуванням кратності розбавлення за формулою: $C_{ГДС} = C_{ф} + 0,75n$

5.3 Результати розрахунку $C_{ГДС}$ зводять по всім речовинам у таблицю за зразком:

речовина	$C_{ст}$, мг/л	ГДК, мг/л	ЛПШ	$C_{ГДС}$, мг/л
ХПК	127,5	30	-	30

5.4 Визначаємо фактичний ($M_{факт.}$) та гранично допустимий скид (ГДС) речовин за формулами:

$$M_{факт.} = Q_{ст} C_{ст}, \text{ г/с};$$

$$M_{факт.} = Q_{ст} C_{ст} 86400 / 10^6, \text{ т/доб};$$

$$\text{ГДС} = Q_{ГДС} C_{ГДС}, \text{ г/с};$$

$$\text{ГДС} = Q_{ГДС} C_{ГДС} 86400 / 10^6, \text{ т/доб},$$

де $C_{ст}$ - концентрація забруднюючої речовини в стічних водах підприємства, мг/л;

$C_{ГДС}$ – допустима концентрація, мг/л;

$Q_{ст}$ – витрата стічних вод підприємства, м³/с;

$Q_{ГДС}$ – затверджені для розрахунку ГДС витрати стічних вод.

Оформлення результатів розрахунків ГДС виконується по формі, яка приведена в додатку 4.

5.5 Характеристика основних учасників водогосподарського комплексу (ВГК)

Водогосподарський комплекс (ВГК) є сукупністю різних галузей народного господарства, які разом використовують водні ресурси одного водного басейну. Такі галузі господарства називають учасниками ВГК. Серед них уваги потребують водоспоживачі, що забирають воду, частина якої втрачається безповоротно, а залишки повертають із зміненою якістю. Необхідно побудувати схему забору та скиду води, дотримуючись умови, що відстань між скидом та наступним водозабором перевищує 1000 м.

Слід проаналізувати склад стічних вод, що повертаються у річку, встановити кількість забруднюючих речовин промислових підприємств - результати практичної роботи № 4.

Стічні води комунального господарства міст і сіл представлені стоками: після побутового використання води, підприємств, побутового обслуговування, міського транспорту, будівельних організацій, поливу зелених насаджень та ін.

Згідно варіанта у стічних водах комунального господарства міста і села (КГМ, КГС) містяться речовини, наведені у табл. 5.2.

5.5.1 Кількість забруднень (т/доб) розраховують за формулою:

$$N_{з.р.} = An, \quad (9)$$

де A - кількість забруднюючих речовин на 1 мешканця, г/добу; n - кількість мешканців, тис. осіб.

5.5.2 Концентрацію забруднюючих речовин мг/дм³ розраховують за формулою:

$$C_{з.р.} = \frac{N_{з.р.}}{Q \cdot 0,0864}, \quad (10)$$

де Q – витрата побутових вод, м³/с.

Використавши вихідні дані і зробивши обчислення, отримують результати, які зводять в таблицю за зразком (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Кількість забруднюючих речовин та їх концентрації в стічних водах комунальних господарств міст і сіл

№ з/п	Назва забруднюючих речовин	Кількість забруднень в г/добу на 1 мешканця		Кількість забруднень, т/добу		Витрата побут, вод, м ³ /с		Концентрація забр. реч., мг/дм ³	
		КГМ	КГС	КГМ	КГС	КГМ	КГС	КГМ	КГС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблиця дає змогу зробити висновок про навантаження на річку. Визначивши концентрації забруднюючих речовин, необхідно налагодити систему спостережень за якістю води.

Таблиця 5.2 - Кількість забруднюючих речовин у стічних водах комунального господарства міста

№ вар.	Кількість забруднюючих речовин, г/доб						Витрати стічних вод, м ³ /с		В басейні річки проживає, тис	
	Зав. реч.	БСК _{повн.}	Азот амон.	Фосфор	Хлориди	СПАР	КГМ	КГС	міське	сільське
1	65	40	8,0	3,3	9,0	2,5	2,0	0,5	9,2	1,6
2	63,5	38,5	6,5	1,8	7,5	1,0	6,0	1,5	75,4	21,8
3	60,8	37,5	5,3	0,6	6,3	0,2	1,5	0,375	13,5	18,4
4	62,5	37,3	5,5	0,8	6,5	0,1	2,4	0,6	15,9	12,85
5	67,5	42,5	10,5	5,8	11,5	5,0	0,15	0,04	5,9	2,85
6	60,0	35	3,0	1,7	4,0	2,5	0,1	0,025	7,6	15,7
7	67,0	42	10,0	5,3	11,0	4,5	5,6	1,4	35,4	11,8
8	67,8	42,8	10,8	6,1	11,8	5,3	1,5	0,375	5,7	5,9
9	66,5	41,5	9,5	4,8	10,5	4,0	0,86	0,2	1,9	0,5
0	70	45	13,0	8,3	14,0	7,5	1,1	0,28	5,7	1,93

5.5.3 Проаналізувавши склад стічних вод всіх учасників ВГК у басейні річки, можна систематизувати забруднення та визначити речовини, концентрації яких у стічних водах перевищують значення ГДК. Результати надають в табличній формі за зразком (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 - Забруднюючі речовини стічних вод учасників ВГК басейну річки

Назва забруднюючої речовини	Фонова концентрація, мг/л	ГДК, мг/л	Концентрація в стічних водах, мг/л		
			КГС	КГМ	Підприємство
1	2	3	4	5	6

Запитання

1. За якою ознакою вибирають ГДК для нормування якості води (поняття лімітуючого показника шкідливості)?

2. Які основні категорії водокористування виділені у “Правилах охорони поверхневих вод від забруднення”, якими ознаками вони відрізняються?

3. В чому полягають основні вимоги до скиду стічних вод, якщо він здійснюється у межах міста?

4. Визначте, чи залежить значення $C_{ГДС}$ від категорії водокористування водного об’єкту.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Критичні значення t_n для “вибраковки” занадто високих або низьких значень вимірювань
(n - кількість вимірювань; P - надійність висновків)

n	P		n	P	
	0,95	0,99		0,95	0,99
5	3,04	5,04	14	2,24	3,12
6	2,78	4,36	15	2,22	3,08
7	2,62	53,96	16	2,20	3,04
8	2,51	3,71	17	2,18	3,01
9	2,43	3,54	18	2,17	2,98
10	2,37	3,41	20	2,15	2,93
11	2,33	3,31	25	2,11	2,85
12	2,29	3,23	30	2,08	2,80
13	2,26	3,17	35	2,06	2,77

Додаток 2

Розподілення Стьюдента

n	P		n	P	
	0,95	0,99		0,95	0,99
5	2,6	4,0	11-13	2,2	3,1
6	2,4	3,7	14-15	2,2	3,1
7	2,4	3,5	16-17	2,1	3,0
8	2,3	3,4	18-20	2,1	2,9
9	2,3	3,3	21-24	2,1	2,9
10	2,2	3,2	25-28	2,1	2,8

Додаток 3

Гранично допустимі концентрації нормованих речовин у воді водних об'єктів

Назва речовини	ГДК, мг/м ³
Завислі речовини	$\phi + 0,25$
Загальна мінералізація	1000
Азот амонійний	0,5
Феноли	0,001
СПАР	0,1
БСК	3,0
ХПК	15,0

ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИЙ СКИД РЕЧОВИН (ГДС), ЯКІ ПОТРАПЛЯЮТЬ У ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ ІЗ СТІЧНИМИ ВОДАМИ

1. Підприємство _____.
2. Випуск _____.
3. Назва водного об'єкту, який приймає стічні води _____.
4. Категорія водокористування _____.
5. Фактичні витрати стічних вод _____ м³/с; т/доб
6. Затверджені для розрахунку ГДС витрати стічних вод _____ м³/с;
_____ т/доб
7. Затверджений ГДС та склад стічних вод:

Показники складу стічних вод	Фактична концентрація, мг/л	Фактичний скид, м ³ /с; т/доб	Допустима концентрація мг/л	Затверджений ГДС, м ³ /с; т/доб
Завислі речовини				
Речовини, які мають однаковий ЛПШ				
(назва ЛПШ, речовини)				

Лімітуючий показник шкідливості

Показник якості води	Лімітуючий показник шкідливості		
	загальносанітарний	Санітарно-токсикологічний	органолептичний
Завислі речовини	-	-	-
Загальна мінералізація	-	-	-
Азот амонійний	-	+	-
Феноли	-	-	+
СПАР	-	-	+
БСК	-	-	-
ХСК	-	-	-

Рекомендована література

1. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М., 2005.
2. Временные методические указания по проведению расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков. Л., Гидрометеиздат, 1983.
3. Лапшев Н.Н. Расчеты выпусков сточных вод. М., Стройиздат, 1977.
4. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод (Под ред. Караушева А.В.) Л., Гидрометеиздат, 1987