

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСНОВИ ПРОМИСЛОВОЇ ЕКОЛОГІЇ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
для студентів спеціальності
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Київ 2023

УДК 504
О-75

Укладачі: Л.О. Василенко, канд. техн. наук, доцент;
Ю.О. Березницька, канд. техн. наук, доцент;
М.В. Кравченко, канд. техн. наук, доцент;
С.В. Федоренко, канд. техн. наук, доцент

Рецензентка О.С. Волошкіна, д-р техн. наук, професорка

Відповідальна за випуск Т.М. Ткаченко, д-р техн. наук,
професорка

*Затверджено на засіданні кафедри технологій захисту
навколишнього середовища та охорони праці, протокол № 8 від
14 лютого 2023 року.*

В авторській редакції.

Основи промислової екології: методичні вказівки до
О-75 виконання практичних робіт / уклад.: Л.О. Василенко та ін. – Київ:
КНУБА, 2023. – 40 с.

Містять загальні положення, задачі для розрахунку, вихідні дані до них, вимоги до форматування текстової частини звіту та список літератури.

Призначено для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Розвиток виробництва, застосування техніки, вплив промисловості, транспорту, будівництва, тобто рівень антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище в сучасних умовах різко зростає. Негативний вплив промислового виробництва на довкілля у багатьох районів світу досягає критичної ситуації. Шкідливий вплив забруднень складових біосфери порушує рівень стійкості екологічних систем і здоров'я людей.

В інтересах збереження людства виникла необхідність у перегляді традиційних методів захисту навколишнього середовища, які застосовуються у промисловості.

Дисципліна «Основи промислової екології» є міждисциплінарною дисципліною, пов'язаною з різними галузями людської діяльності та взаємовідносинами з природою, яка вивчає вплив викидів/скидів виробничих комплексів, промислових підприємств на навколишнє середовище та зниження цього впливу, удосконалюючи технології очисних споруд використанням безвідходних, енергозберігальних технологій.

Промислова екологія – наука про еколого-технічні системи, що включає промислові підприємства й інші об'єкти господарської діяльності людини, які забезпечують їх функціонування.

Метою курсу дисципліни є ознайомлення студентів зі структурою та технологіями основних виробництв і шляхами їх екологізації, навчання їх основним методам зниження техногенної безпеки промислових підприємств на навколишнє природне середовище.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи промислової екології» є:

1. Ознайомлення студентів з основними об'єктами забруднення екологічних систем внаслідок промислової діяльності.
2. Вивчення ролі промислової екології у складовій антропогенного впливу промислових забруднень загальної системи техногенної безпеки країни.
3. Якісне виконання практичних розрахунків з питань промислового забруднення навколишнього природного середовища.

Дисципліна вивчається після дисциплін фундаментальної і природознавчої підготовки.

1. РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРЯ ВІД ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ

Задача 1. Визначити концентрації забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю (CO_2), оксидом азоту (NO_2), вуглеводнем ($\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$). Концентрації в атмосферному повітрі визначаються в сонячну та дощову погоду в розрахунковому поперечнику на віддалені від кромки автомобільної дороги. Необхідно вибрати захисні засоби для зниження концентрації забруднювальних речовин в зоні житлових будинків. Відомо, що житловий комплекс знаходиться на відстані 1 м від дороги до дозволеного рівня, швидкість вітру 3,0 м/с, фонові концентрації 0,5 мг/дм³, інтенсивність руху N_a авт/год, середня швидкість потоку автомобільного руху v км/год, кут напрямку повітря до осі траси ϕ град, шифр автомобілів надано у таблиці вихідних даних.

Послідовність розрахунків:

1. Визначається потужність емісій q_i мг/мс окремо для кожного компонента (CO_2 , NO_2 , $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$) на конкретній ділянці дороги за формулою (1.1):

$$q_i = 0,206m[(\sum_1^i G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k) + (\sum G_{ig} \cdot N_{ig} \cdot K_g)], \quad (1.1)$$

де m – коефіцієнт, який враховує дорожні та транспортні умови, визначається за графіком залежно від середньої швидкості транспортного потоку v , км/год (табл. 1.1);

G_{ik} – середня експлуатаційна витрата палива для даного типу карбюраторних автомобілів, л/к (табл. 1.2);

G_{ig} – середня експлуатаційна витрата для даного типу дизельних автомобілів, л/км;

N_{ik} – інтенсивність руху кожного типу карбюраторних автомобілів, авт/год;

N_{ig} – інтенсивність руху для дизельних автомобілів, авт/год;

K_k і K_g – коефіцієнти, які беруть для даного компонента забруднення з карбюраторними та дизельними типами ДВС (табл. 1.3).

Таблиця 1.1

Залежність коефіцієнта m від v

m	0,7	0,6	0,45	0,24	0,10	0,12	0,15	0,2
v , км/год	20	30	40	50	60	70	80	90

Таблиця 1.2

Середні експлуатаційні норми витрати палива (л) на 1 км шляху

№ пор.	Тип автомобіля	Значення G_{ik} , л/км
1	Легкові автомобілі	0,11
2	Невеликої вантажопідємності карбюраторні автомобілі (до 5 т)	0,16
3	Вантажні карбюраторні автомобілі (5 т і більше)	0,33
4	Вантажні дизельні автомобілі	0,34
5	Автобуси карбюраторні	0,37
6	Автобуси дизельні	0,28

Таблиця 1.3

Значення коефіцієнтів K_k і K_g

Вид викидів	Тип ДВС	
	карбюраторний	дизельний
Оксид вуглецю	0,6	0,14
Вуглеводи	0,12	0,037
Оксиди азоту	0,06	0,015

2. Розраховується концентрація C_j (мг/м³) забруднення атмосферного повітря токсичними компонентами відпрацьованих газів, які знаходяться на різних відстанях від дороги. Використовуємо модель гаусівського розподілу домішок у повітрі на малих висотах за формулою (1.2):

$$C_j = \frac{2q_i}{\sqrt{2\pi+\sigma+v_n+\sin\varphi}} + F_j, \quad (1.2)$$

де q_i – потужність емісій, мг/мс;

σ – стандартне відхилення гаусівського розсіювання у вертикальному напрямку, м (табл. 1.4);

v_n – швидкість повітря в період розрахунку, мс/с (табл. 1.5);

φ – кут, який складає направлення повітря до дорожнього покриття (табл. 1.5, якщо кут менше 30° $\sin\varphi = 0,5$);

F_j – фонові концентрації забруднення повітря, мг/м³.

Таблиця 1.4

Значення стандартного гаусівського відхилення від стану погоди

Стан погоди	Величина σ при віддалені (м) від кромки проїзної частини								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сонячна	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Дощова	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Таблиця 1.5

Вихідні дані до задачі № 1

Варіант	N _a , авт/год	Розподілення автомобілів за типами, %						V, км/год	φ, °
		1	2	3	4	5	6		
1	1000	40	5	25	20	5	5	20	20
2	2000	35	5	30	20	5	5	25	30
3	3000	45	10	15	15	5	10	30	35
4	4000	30	15	15	15	10	10	40	45
5	5000	40	10	10	15	20	5	45	25
6	6000	20	20	20	20	10	10	50	50
7	7000	50	5	5	25	0	5	55	55
8	8000	40	10	10	30	5	5	60	60
9	9000	45	10	15	20	5	5	60	60
10	1500	25	25	25	20	5	0	55	75

3. Отримані розрахунки порівнюємо з ГДК, які наведені для відпрацьованих газів теплових двигунів у повітрі населених міст (табл. 1.6.).

Таблиця 1.6

Гранично допустима концентрація відпрацьованих газів у повітрі населених міст

Вид речовини	Клас безпеки	Середня за добу ГДК, мг/м ³
Оксид вуглецю	4	3,0
Вуглеводи	3	1,5
Оксиди азоту	2	0,04

4. За отриманими результатами необхідно побудувати графіки забруднення придорожньої зони токсичними компонентами відпрацьованих газів і порівняти їх з величинами ГДК. Далі за допомогою графіків визначаються концентрації забруднювальних речовин над кромкою дороги на початку житлової забудови.

5. За потреби зменшення відстані розповсюдження забруднювальних речовин необхідно передбачити захисні екрани, зелені насадження, вали і таке інше. Концентрації забруднювальних речовин за захисними спорудами у процентному відношенні наведено у табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Зниження концентрації забруднювальних речовин різними заходами

Заходи	Зниження концентрації, %
Один ряд дерев з чагарником заввишки до 1,5 м на смузі газону 3-4 м	10
Два ряди дерев без чагарнику на газоні 8-10 м	15
Два ряди дерев з чагарником на газоні 10-12 м	30
Три ряди дерев з двома рядами чагарнику на смузі газону 15-20 м	40
Чотири ряди дерев з чагарником заввишки 1,5 м на смузі газону 25-30 м	50
Суцільні екрани, стіни будинків заввишки понад 5 м від рівня проїзної частини	70
Земляні насипи. Відкоси при прокладанні дороги у виїмці при різних відмітках 2-3 м	50
Земляні насипи. Відкоси при прокладанні дороги у виїмці при різних відмітках 3-5 м	60
Земляні насипи, відкоси при прокладанні дороги у виїмці при різних відмітках понад 5 м	70

6. Також використовують інженерні рішення для зменшення концентрації забруднювальних токсичних речовин у зоні впливу дороги. Це може бути:

- зміна параметрів дороги, яка спрямована на збільшення середньої швидкості транспортного потоку;
- обмеження руху окремих типів автомобілів (зовсім або на окремі інтервали часу);
- збільшення контролю за рухом автомобілів;

- використання неетилового бензину та каталітичного спалювання вихлопних газів карбюраторних двигунів внутрішнього згорання; використання захисних споруд.

7. У кінці розрахунків зробити висновками щодо визначення токсичних викидів в атмосферу автотранспортом і вказати захисні заходи, які вибираються першочергово, та який від цього ефект.

2. РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОРІЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ З ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Задача 2. Необхідно визначити середньорічний поверхневий стік з території підприємства в м. N. Відомо, що поверхневий стік відводиться з території площею F_i га в тому числі: асфальтоване покриття С, га, покрівлі будівель К, га, газони М, га.

За методикою ДСТУ 3013-95 визначаємо загальний об'єм дощових вод, що стікають з території водозбірних басейнів, W_g , у метрах кубічних за формулою (2.1).

$$W_g = 10h_g Y F, \quad (2.1)$$

де h_g – середньорічний шар опадів за теплий період року, мм;
 Y – коефіцієнт стоку;
 F – площа басейну водозабору, га.

Розраховуючи об'єм дощових стічних вод, за коефіцієнт стоку беруть середнє значення коефіцієнтів, що їх визначають для поверхонь різних видів чи населених пунктів у цілому (ДСТУ 3013-95).

Значення Y для водозбірного басейну визначають як середньозважене дня всієї площі, враховуючи середні значення коефіцієнтів стоку поверхонь різних видів, які становлять:

- для водонепроникних поверхонь – 0,6 - 0,8;
- для ґрунтових поверхонь – 0,2;
- для газонів – 0,1.

У разі орієнтовних розрахунків значення Y для невеликого міста або селища беруть у межах 0,3 - 0,4.

Розрахунок коефіцієнта стоку дощових вод

Вид поверхні чи площі водозбору	Площа F_i , га	Частка покриття від загальної площі стоку, $\frac{F_i}{F}$	Коефіцієнт стоку, Y_i	$\frac{F_i Y_i}{F}$
Асфальтовані покриття і дороги				
Покрівлі будівель				
Газони				
	ΣF_i	S	Y	

Визначаємо загальний річний об'єм поливально-мийних вод, які стікають з площі водозбору за формулою (2.2):

$$W_M = 10mkY_M F_m, \quad (2.2)$$

де m – питома витрата води на одне миття площі дорожніх покриттів (1,2 - 1,5 л/м²);

k – середня кількість поливань у році (100);

Y_M – коефіцієнт стоку для поливально-мийних вод (0,5);

F_m – площа твердих покриттів, що поливаються.

Визначаємо річний об'єм поверхневих стічних вод, що утворюються на території водозбору як суму поверхневого стоку за теплий (квітень-жовтень) і холодний (листопад-березень) періоди року із загальної площі водозбору об'єкта за формулою (2.3):

$$W_p = W_d + W_T + W_M, \quad (2.3)$$

де W_d , W_T , W_M – середньорічний об'єм дощових, снігових стічних і поливально-мийних вод, м³.

Вихідні дані до задачі № 2

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	Бердичів	Київ	Львів	Дніпро	Вінниця	Харків	Житомир	Одеса	Миколаїв	Березань
F	5,47	5,49	5,57	5,6	5,41	5,89	6,28	6,32	7,32	7,31
C	2,12	2,13	2,14	2,15	2,16	2,17	2,18	2,19	2,2	2,21
K	1,8	1,82	1,83	1,8	2,0	2,1	2,8	2,43	3,12	3,0
M	1,55	1,54	1,6	1,65	1,25	1,62	1,3	1,7	2,0	2,1

3. РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ДОЩОВИХ ВОД З ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Задача 3. Використовуючи дані задачі 2, визначаємо розрахункову витрату дощових вод з території підприємства. Розрахункову точку позначено на рис. 3.1.

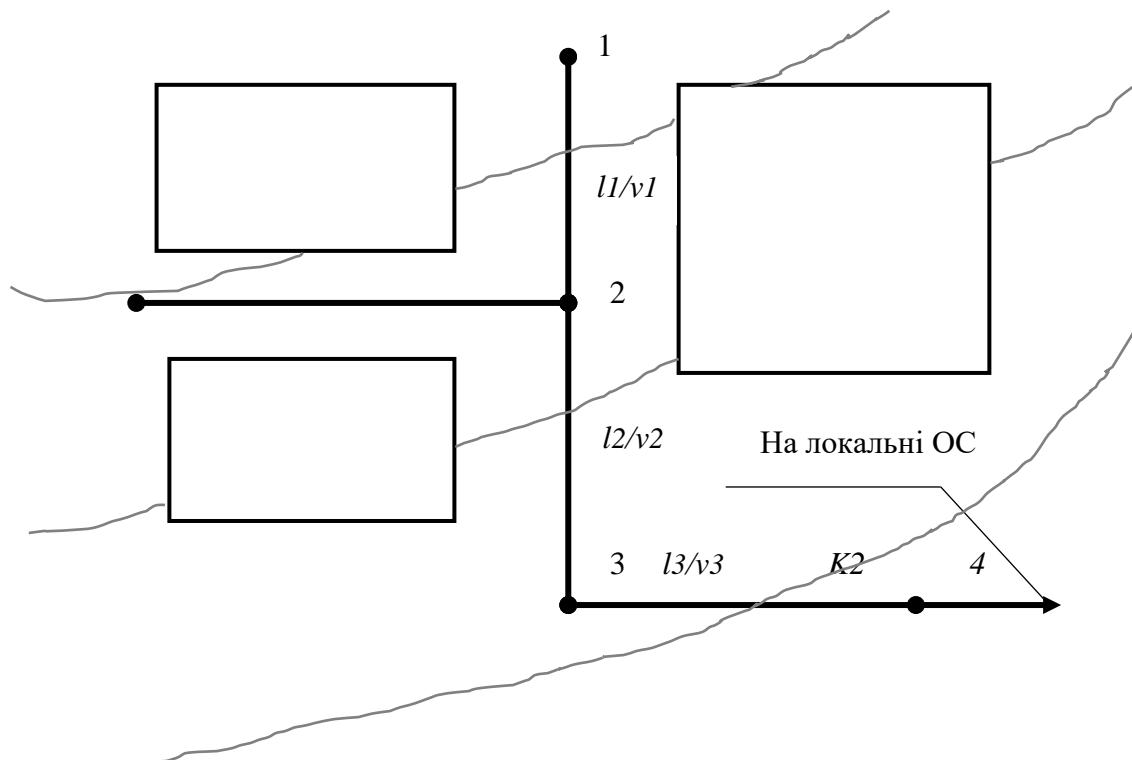


Рис. 3.1. Схематичний план мережі дощової каналізації підприємства

Розрахунок здійснюємо за методикою СанПиН № 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхности вод от загрязнения».

Витрати дощових вод у колекторах дощової каналізації. У колектори дощової каналізації відводять стічні води з території підприємства. Використовуємо метод граничних інтенсивностей (3.1):

$$q_r = \frac{Z_{mid} A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}}, \quad (3.1)$$

де Z_{mid} – середнє значення коефіцієнта, що характеризує вид поверхні басейна стоку. Визначається як середньозважена величина для всієї площі водозбірного басейну залежно від коефіцієнта Z для різних видів поверхонь за таблицями;

A , n – параметри, що характеризують інтенсивність і тривалість дощу для конкретної місцевості;

F – розрахункова площа стоку (водозбору), га;

t_r – розрахункова тривалість дощу, що дорівнює тривалості протікання поверхневих вод по поверхні та трубам до розрахункової ділянки, хв.

Таблиця 3.1

Залежність параметра A від коефіцієнта Z для водонепроникних поверхонь

Параметр A	Коефіцієнт Z для водонепроникних поверхонь
300	0,32
400	0,30
500	0,29
600	0,28
700	0,27
800	0,26
1000	0,25
1200	0,24
1500	0,23

Дані для розрахунку дощових мереж на теренах України

Місто	n при p , років				q_{20} при p , років				m_r , к-сть	Н, мм
	$\geq 3,5$	3,5-1,4	1,4-0,7	$< 0,7$	10	2	1	0,5		
Ужгород	0,74	0,76	0,70	0,63	237	137	94,2	64,1	122	450
Львів	0,67	0,72	0,73	0,7	215	142	109	75,6	125	455
Вінниця	0,65	0,71	0,73	0,64	202	149	123	67,0	102	435
Чернігів	0,71	0,73	0,69	0,61	190	118	88,2	49,8	112	392
Київ	0,71	0,73	0,69	0,61	224	135	104	59,8	143	433
Полтава	0,70	0,65	0,69	0,64	212	133	90,6	57,9	120	375
Черкаси	0,68	0,69	0,70	0,64	191	115	97,6	69,9	119	374
Кременчук	0,68	0,69	0,70	0,64	185	112	91,8	56,5	88	358
Дніпро	0,68	0,69	0,70	0,64	157	94,7	79,6	53,8	138	334
Запоріжжя	0,68	0,69	0,70	0,64	197	115	91,8	48,4	97	310
Харків	0,67	0,66	0,70	0,68	194	137	104	74,1	83	356
Луганськ	0,67	0,66	0,70	0,68	187	137	104	74,1	113	335
Маріуполь	0,67	0,66	0,70	0,68	184	134	93,4	67,6	58	304
Бердянськ	0,67	0,66	0,70	0,68	167	123	90,7	64,4	53	269
Одеса	0,69	0,73	0,75	0,59	201	122	93,2	49,6	98	290
Миколаїв	0,56	0,71	0,72	0,63	213	147	102	57,0	115	277
Херсон	0,61	0,66	0,73	0,61	167	114	94,8	47,5	60	253
Джанкой	0,61	0,67	0,69	0,69	245	141	113	81,4	130	295
Севастополь	0,70	0,72	0,72	0,52	163	104	83,8	48,1	40	199
Сімферополь	0,58	0,67	0,65	0,66	207	137	104	63,5	160	321
Алушта	0,57	0,66	0,66	0,62	187	115	78	40,6	101	247

Параметр A за відсутності даних метеорологічних досліджень розраховують за формулою (3.2):

$$A = q_{20} 20^n \left(1 + \frac{\log p}{\log m_r} \right)^\gamma, \quad (3.2)$$

де q_{20} – інтенсивність дощу тривалістю 20 хв при $P = 1$ рік (P – період повторюваності дощу);

m_r – середня кількість дощів за рік;

γ – показник степні (якщо $\gamma = 1,54$, тоді $m_r = 110$, якщо $1,58$, то $m_r = 60$);

p – період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу в рік, $p = 1$ рік. Дані обираємо з табл. 3.3.

Дані для розрахунку параметра A

Район	q_{20}	n	t_r	γ
Закарпаття	80-113	0,7-0,76	100-260	1,54
Південно-Західні Карпати	96-120	0,71	130-260	1,54
Прикарпаття та східні схили Карпат	90-115	0,72	110-260	1,54
Південно-Східні Карпати	95-120	0,71	120-300	1,54
Західні області	90-125	0,71	72-200	1,54
Київ, Чернігів	85-110	0,70	80-150	1,54
Полтава, Суми	75-90	0,69	72-140	1,54
Басейн Нижнього Дніпра	80-95	0,70	70-130	1,54-1,82
Басейн р. Сіверський Донець і Приазов'я	90-105	0,66-0,7	60-200	1,82
Одеса, Ізмаїл	95	0,75	60-95	1,82
Миколаїв	102	0,71	115	1,82
Херсон	95	0,73	60	1,82
Степовий Крим	95-110	0,67	70-130	1,82
Західний Крим	83	0,52	40-80	1,82
Сімферополь	104	0,67	160	1,82
Південний берег Криму	72-90	0,62	80-100	1,82
Керч, Феодосія	105-127	0,69	45-115	1,82

Визначаємо розрахункову тривалість протікання дощу по поверхні та трубам t_r за формулою (3.3):

$$t_r = t_{com} + t_{can} + t_p, \quad (3.3)$$

де t_{com} – тривалість протікання дощових вод до вуличного лотка (час поверхневої концентрації стоку), хв, приймаємо 3 хв;

t_{can} – тривалість протікання дощових вод по вуличним лоткам до дощоприймача, хв, розраховується за формулою (3.4):

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \quad (3.4)$$

де l_{can} – довжина ділянок лотків, м;

v_{can} – розрахункова швидкість на ділянці, м/с, визначається гідравлічним розрахунком. Для даного прикладу за наявності вуличних лотків на території підприємства, приймаємо $t_{can} = 0$ хв;

t_p – тривалість протікання дощових вод по трубах до розрахункового перерізу, хв, визначається за формулою (3.5):

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (3.5)$$

де l_p – довжина розрахункових ділянок колектора, м, визначається за планом, $l_{p1} = 72$ м, $l_{p2} = 120$ м, $l_{p3} = 225$ м;

v_p – розрахункова швидкість на ділянці, м/с, приймається на основі гідравлічного розрахунку мережі.

Витрата дощових вод для гідравлічного розрахунку дощових мереж визначається за формулою (3.6):

$$q_{cal} = \beta q_r. \quad (3.6)$$

Таблиця 3.4

Фактичні концентрації забруднювальних речовин дощового та талого стоку за результатами досліджень, мг/дм³

Характер водозбірною басейну	Завислі речовини		Нафтопродукти	
	Дощовий стік	Талий стік	Дощовий стік	Талий стік
Житлові райони:				
- сучасна забудова	до 6000	1300...1600	0,25...42	10...12
- стара забудова	до 2300	1500...1700	20	12...15
Території поблизу промислових підприємств	до 10000	2000...2500	30	12...20
Транспортні магістралі	до 20000	2500...3000	до 87,5	20...30

Таблиця 3.5

Рекомендовані [2] розрахункові концентрації забруднювальних речовин дощового та талого стоку, мг/дм³

Характер водозбірною басейну	Завислі речовини		Нафтопродукти	
	Дощовий стік	Талий стік	Дощовий стік	Талий стік
Житлові райони:				
- сучасна забудова	400...600	1300...1600	7...12	10...12
- стара забудова	700...1000	1500...1700	10...15	12...15
Території поблизу промислових підприємств	800...1200	2000...2500	12...20	12...20
Транспортні магістралі	800...1000	2500...3000	15...20	20...30

У табл. 3.6 наведено рекомендовані ДСТУ 3013-95 [2] розрахункові концентрації забруднювальних речовин дощового та талого стоку в Україні. Для територій з інтенсивним рухом транспорту концентрації нафтопродуктів слід приймати 30 - 70 мг/дм³.

Таблиця 3.6

Рекомендовані ДСТУ 3013-95 розрахункові концентрації забруднювальних речовин дощового та талого стоку в Україні, мг/дм³

Показники забруднень	Дощовий стік	Талий стік
Завислі речовини	1000-2000	2000-4000
ХСК	400-600	750-1500
БСК ₂₀	50-100	100-300
Нафтопродукти	10-15	30-40

4. РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Задача 4. Визначити концентрацію очищення стічних вод від нафтопродуктів, використовуючи метод флотоекстації.

Відомо: продуктивність Q , м³/добу; концентрація нафтопродуктів на вході $C_{вх}$, мг/дм³; швидкість рух водяного потоку v , мм/с; гідравлічна крупність частинок u_0 , мм/с; коефіцієнт використання об'єму K_3 ; висота ярусу (відстань між пластинами в блоці) h , мм; кут нахилу пластин α , град; кількість пластин в блоці n ; кількість блоків в секції n_1 ; товщина перегородки між блоками Δ_6 ; ширина блоку пластин b_6 , м; ступінь очистки x , %; висота «вільного борта» h_n , м. Вихідні дані подано в табл. 4.1.

Метод флотоекстракції – це новітні технології очищення стічної води від забруднення нафтопродуктами. Сам флотоекстрактор представляє собою колону заввишки 4,5 м, в яку подають потік води, знизу колони виводиться чиста вода. У процесі очищення бере участь повітря, яке подається знизу флотоекстрактної колони пористого барботера, який має питому площу пор 0,4 м², отовари 2 мкм в діаметрі, і виготовляється з нержавіючої сталі. Верхня частина колони оснащена запобіжним клапаном та випускним отвором для виведення повітря. Флотоекстрактор сконструйований в компанії VCP Ingredient, (Гейсмар, Луїзіана).

Таблиця 4.1

Вихідні дані до задачі № 4

Варіант	Q , м ³ /добу	$C_{вх}$, мг/дм ³	v , мм/с	u_0 , мм/с	K_3	h , мм	α , град	n	n_1	Δ_6	b_6	x , %	h_n , м
1	1000	1000	5	0,5	0,7	50	40	20	6	0,02	1	90	0,5
2	1200	1200	5	0,6	0,8	50	45	20	6	0,02	1	95	0,5
3	1300	1200	5	0,4	0,9	50	50	20	6	0,02	1	92	0,5
4	1400	1300	5	0,5	0,7	50	40	20	6	0,02	1	90	0,5
5	1350	1500	5	0,6	0,8	50	45	20	6	0,02	1	95	0,5
6	1200	2000	5	0,4	0,9	50	50	20	6	0,02	1	92	0,5
7	1250	2300	5	0,5	0,7	50	40	20	6	0,02	1	90	0,5
8	1300	2400	5	0,6	0,8	50	45	20	6	0,02	1	95	0,5
9	1350	2500	5	0,4	0,9	50	50	20	6	0,02	1	92	0,5
10	1440	1700	5	0,5	0,7	50	40	20	6	0,02	1	90	0,5

1. Визначаємо довжину пластини тонкого відстоювання за формулою (4.1):

$$L_n = \frac{V \cdot h}{K_3 \cdot u_0 \cdot 1000}, \quad (4.1)$$

де V – швидкість руху води в ярусі, мм/с;
 h – висота ярусу, мм;
 u_0 – гідравлічна крупність частинок, мм/с;
 K_3 – коефіцієнт використання об'єму ярусу.

2. За формулою (4.2) знаходимо висоту ярусу за вертикаллю:

$$b = h \cdot \sin \alpha, \quad (4.2)$$

де α – кут нахилу пластин до горизонту.

3. Знаходимо висоту блоку пластин за формулою (4.3):

$$h_b = \frac{b \cdot n}{1000}, \quad (4.3)$$

де n – кількість пластин у блоці.

4. Знаходимо висоту нафтовловлювача за формулою (4.4):

$$H = L_n \cdot \sin \alpha + h_n + h_6 \cos \alpha + h_3, \quad (4.4)$$

де h_n – висота «вільного борта»;
 h_3 – висота запасу, яка забезпечує роботу у наднормовому режимі.

5. Визначаємо довжину відділення тонкого відстоювання нафтовловлювача за формулою (4.5):

$$L_2 = n_1 \cdot b_6 \cdot \Delta_6 \cdot (n_1 - 1), \quad (4.5)$$

де n_1 – кількість блоків у секції;
 b_6 – ширина блоку пластин;
 Δ_6 – товщина перегородки між пластинами.

6. Визначаємо продуктивність флотоекстрактора за формулою (4.6):

$$Q_1 = 3,6 \cdot L_2 \cdot v \cdot K_3 \cdot h_6 \cdot 24. \quad (4.6)$$

Визначивши продуктивність конструкції, робимо висновок, що конструкція здатна/не здатна забезпечити необхідну продуктивності.

7. Визначаємо ширину нафтовловлювача за формулою (4.7):

$$B = b_6 + 2b_3, \quad (4.7)$$

де b_3 – відстань між блоками пластин і бортами нафтовловлювача, приймаємо 0,1 м.

8. Необхідно розрахувати зону грубого відстоювання за формулою (4.8):

$$L_1 = \frac{Q \cdot t_3 \cdot 50}{24 \cdot B \cdot 6000}, \quad (4.8)$$

де t_3 – час, за який досягається 50 % освітлення, приймаємо 3 хв.

9. Знаходимо загальну довжину нафтовловлювача за формулою (4.9):

$$L = L_1 + L_2. \quad (4.9)$$

10. Концентрація нафтопродуктів на виході з нафтовловлювача буде дорівнювати (4.10):

$$C_{\text{вих}} = C_{\text{вхід}} \frac{100-x}{100}, \quad (4.10)$$

де x – ступінь очищення.

Висновки.

5. РОЗРАХУНОК ПЕРІОДУ ОСАДЖЕННЯ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ВІДСТІЙНИКАХ

Задача 5. Розрахувати період осадження у вертикальному та горизонтальному відстійниках. Відомо: діаметр циліндра $D = 10$ м, його глибина $H = 7,5$ м, час відстоювання $T = 3$ год, висота зависі $h = 0,5$ м, n – коефіцієнт, залежний від властивостей зависі, показник, який приймається 0,2 - 0,6. Вихідні дані подано в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до задачі № 5

Дані	Вертикальний відстійник					Горизонтальний відстійник				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Товщина води, H , м	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1
Висота зависі, h , м	0,7	0,5	0,8	0,9	0,6	0,5	0,45	0,4	0,54	0,6
Коефіцієнт n	Приймаємо самостійно									
Горизонтальна швидкість, V	10	11	15	14	11	15	14	12	11,5	10,5
Коефіцієнт використання відстійника	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Вертикальні відстійники являють собою циліндри з конічним днищем, вбудованою гідравлічною камерою пластівцеутворення у вигляді вертикальної труби з водовідбійним диском у нижній частині. У вертикальних відстійниках вода рухається знизу вгору.

Для вертикальних відстійників: розрахункова висота зони осадження $H = 2,7 - 3,8$ м, для вторинних – не менше 1,5 м; діаметр 4-9 м; центральна труба довжиною, рівною розрахунковій висоті зони осадження, з розтрубом і нерухомим відбивним щитом знизу; діаметр розтруба і його висота рівні 1,35 діаметра центральної труби; діаметр відбивного щита 1,3 діаметра розтруба воронки.

Горизонтальні відстійники – це прямокутні резервуари. Вода рухається горизонтально уздовж відстійника. Для горизонтальних відстійників: відношення L/H від 8 до 20 (глибина резервуару $H=1,6-4,0$ м, довжина $L = 8 - 12 H$); кут нахилу стін прямих відстійників не менше 50° , нахил днища не менше 0,005.

1. За допомогою кривої осадження суспензії відповідно заданого ефекту освітлення проводять розрахунок вертикальних відстійників. Криву осадження отримують під час відстоювання води у скляному циліндрі завглибшки 500 мм (h) за температури 20 °С. До реальних умов перерахуємо завдяки співвідношенню моделі 95 та натуральних умов (5.1):

$$T/t = (H/h)^n, \quad (5.1)$$

де T – тривалість осадження завислих речовин у циліндрі;
 t – задана глибина осадження;
 H – тривалість відстоювання у циліндрі;
 h – глибина циліндра;
 n – коефіцієнт, залежний від властивостей зависі.

2. Визначаємо умовну гідравлічну крупність U_0 , мм/с, знаходимо за формулою (5.2):

$$U_0 = \frac{1000H}{t(H/t)^n}, \quad (5.2)$$

Середня розрахункова швидкість у проточній частині відстійника, приймається $V = 5-10$ мм/с. За відсутності експериментальних даних швидкість руху води приймаємо не більше гідравлічної крупності U_0 (швидкість осадження частинок), 0,35 - 0,6 мм/с залежно від концентрації зависі.

3. Визначаємо довжину відстійників за формулою (5.3):

$$L = \frac{H_{\text{сер}}V_{\text{сер}}}{U_0}. \quad (5.3)$$

Загальна площа дорівнює (5.4):

$$F = \frac{a_{\text{об}}Q}{3,6U_0}, \quad (5.4)$$

де $a_{\text{об}}$ – коефіцієнт об'ємного використання відстійника, дорівнює 1,3.

Горизонтальна швидкість руху води у відстійнику $V = 10-12$ мм/с, для стоків, які містять коагулянт (гідроксидів алюмінію $Al_x(OH)_y$ та заліза $Fe_x(OH)_y$) 601 мм/с. Тривалість осадження приймаємо від 1 до 3 год.

6. РОЗРАХУНОК ПРИДАТНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ВОДИ

Задача 6. Визначити придатність питної води за показниками якості води, чи відповідають вони вимогам ДСанПіН України. Результати аналізу води наведено в таблиці вихідних даних. Якщо в табл. 6.1 не наведено показники якості, то вони відповідають вимогам ДСанПіН України. Зробити висновок.

Таблиця 6.1

Вихідні дані до задачі № 6

Домішки, які присутні у пробах води	Концентрація домішок, мг/дм ³									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na^+	26,7	35,1	18,5	20,7	34,5	17,5	17,6	28,7	21,2	18,9
K^+	13,8	21,2	28,3	17,6	29,3	19,6	23,5	25,8	15,3	35,6
Ca^{2+}	112,3	35,1	24,8	90,4	47,1	56,9	95,8	45,6	95,8	112,0
Mg^{2+}	67,8	26,8	15,6	22,6	14,2	23,8	15,3	38,5	18,1	85,6
Fe^{2+}	1,2	0,9	0,2	1,9	1,4	1,5	0,9	1,1	1,1	1,1
Fe^{3+}	1,1	0,96	0,08	0,12	0,12	0,72	0,05	0,31	1,12	0,55
Mn^{2+}	0,1	0,09	0,06	0,12	0,07	0,08	0,93	0,80	0,09	0,13
NH_4^+	0,8	1,2	0,9	1,8	2,3	1,5	0,8	0,9	2,1	0,9
Cl^-	15,5	17,1	45,1	2,5	3,6	6,7	68,1	56,5	98,1	125,1
SO_4^{2-}	102,4	21,1	24,2	36,5	23,5	13,0	95,8	48,5	49,5	116,1
HCO_3^-	325,4	310,2	118,2	414,9	311,2	335,6	202,3	244,4	205,6	440,4
SiO_3^{2-}	30,8	20,5	15,6	20,4	20,0	21,4	12,5	26,1	13,8	21,1
NO_3^-	—	38,1	—	—	—	—	—	15,0	17,8	82,2
Щільний залишок	698,5	395,1	245,2	432,8	363,9	347,7	440,4	400,3	480,4	820,8
pH	7,2	7,2	6,9	7,3	7,4	7,2	7,05	7,6	7,0	7,5
CO_2	51,0	48,0	36,0	44,0	29,0	42,0	43,0	13,0	45,0	32,0
окиснюваність, мг O_2 /дм ³	2,3	1,1	1,1	1,7	1,7	1,5	1,9	2,1	1,2	1,1
жорсткість заг., моль/дм ³	11,2	4,1	2,5	6,4	3,5	4,8	6,1	5,5	6,3	12,8
pH	26,7	35,1	18,5	20,7	34,5	17,5	17,6	28,7	21,2	18,9
CO_2	13,8	21,2	28,3	17,6	29,3	19,6	23,5	25,8	15,3	35,6

Нормативи для питної води

Показник	Одиниця вимірювання	Норматив	
		ДСанПіН	ВООЗ
Токсикологічні показники			
Алюміній	мг/дм ³	0,2	–
Амоній	мг/дм ³	0,5	–
Барій	мг/дм ³	–	0,7
Берилій	мг/дм ³	0,0002	–
Бор	мг/дм ³	0,5	0,3
Кадмій	мг/дм ³	0,001	0,03
Кремній	мг/дм ³	10	–
Марганець	мг/дм ³	–	0,5
Мідь	мг/дм ³	–	2,0
Молібден	мг/дм ³	0,07	0,07
Миш'як	мг/дм ³	0,01	0,01
Нікель	мг/дм ³	–	0,02
Нітрати	мг/дм ³	50,0	50,0
Нітрити	мг/дм ³	0,5	3,0
Ртуть загальна	мг/дм ³	–	0,001
Свинець	мг/дм ³	0,01	0,01
Селен	мг/дм ³	–	0,01
Стронцій	мг/дм ³	7,0	7,0
Сурма	мг/дм ³	0,005	0,005
Фтор	мг/дм ³	1,5	1,5
Хром	мг/дм ³	–	0,05
Ціанід	мг/дм ³	0,05	0,07

ДСанПіН наводить також показники фізіологічної повноцінності складу води, що визначають відповідність її мінерального складу біологічним потребам організму.

Рекомендується такий мінеральний склад питної води:

- загальна мінералізація 200...500 мг/дм³;
- загальна жорсткість 1,5...7,0 мг-екв/дм³;
- загальна лужність 0,5...6,5 мг-екв/дм³;
- вміст йоду 20...30 мг/дм³;
- вміст калію 2...20 мг/дм³;
- вміст натрію 2...20 мг/дм³;
- вміст кальцію 25...75 мг/дм³;
- вміст магнію 10...50 мг/дм³;
- вміст фтору 0,7 ... 1,2 мг/дм³.

7. РОЗРАХУНОК ШУМОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЛЮДИНУ В УМОВАХ МІСТА

Задача 7. Визначити шумове навантаження на людину в умовах міста. Шум надходить з різних джерел. Шуми виникають від руху автомобільного транспорту, вантажівок, від вантажних і пасажирських поїздів, вокзалів також працюють інформаційні служби тощо. Види шуму задані варіантом у табл.7.1.

Таблиця 7.1

Вихідні дані до задачі № 7

Варіант	Види шуму, дБ					
	Пасажирський потяг	Товарний потяг	Автотранспорт	Інформаційна служба	Розмова між людьми	Музикальна передача
1	56	90	32	23	40	20
2	57	89	33	26	45	22
3	58	88	35	25	43	25
4	59	93	36	28	50	24
5	60	96	37	27	55	26
6	61	87	38	29	60	27
7	65	95	39	24	47	28
8	62	99	40	30	43	30
9	63	78	31	31	45	32
10	64	79	34	32	46	34

1. Визначаємо величину сумарного шуму. За умовою задачі величину сумарного рівня шуму знаходимо на залізничному вокзалі міста.

Рівень шуму: для житлового приміщення – 30 дБ, аудиторія – 40дБ, торговельні і пасажирські зали – 60 дБ, мікрорайони – 45 дБ.

2. У зв'язку з тим, що шуми надходять з різних джерел, використовуємо принцип сумування рівнів від однакових джерел.

Враховуємо поїзди за формулою (7.1):

$$L_{\Sigma 0} = L_1 + 10 \lg n_0, \quad (7.1)$$

де L_1 – рівень шуму одного джерела;
 n_0 – кількість однакових джерел шуму (це вантажні та пасажирські поїзди).

3. Визначаємо сумарний рівень шуму від різних джерел за формулою (7.2):

$$L = L_{max} + \nabla L_B - L_m, \quad (7.2)$$

де L_{max} – найбільший рівень шуму з одного джерела;
 $\nabla L_B - L_m$ – додатковий шум, табличне значення (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Значення ∇L для різних джерел шуму

$L_B - L_m$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
∇L_B	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

4. Висновок.

8. РОЗРАХУНОК ВЕЛИЧИНИ ВІДХОДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Задача 8. Необхідно розрахувати величини відходів від відпрацьованих люмінесцентних ламп для застосування при оцінці на навколишнє природне середовище. Відомо: об'єкт освітлення гуртожиток, корпус КНУБА, підприємство, супермаркет.

Кількість відпрацьованих люмінесцентних ламп розраховується за формулою (8.1):

$$N = \sum n_i \cdot T_i \cdot \frac{t_i}{k_i}. \quad (8.1)$$

Вага відходів, що утворюється, визначається за формулою (8.2):

$$M = N \cdot m_i, \quad (8.2)$$

де n_i – кількість встановлених ламп i -тої марки;
 T_i – кількість робочих днів у році;

t_i – середній час роботи однієї лампи i -тої марки протягом доби;
 k_i – експлуатаційний термін служби ламп i -тої марки ламп, год;
 m_i – вага однієї лампи i -тої марки, грамах.

Усереднений склад ртутьвмісних ламп: скло (IV клас небезпеки) – 92 %; ртуть (I клас небезпеки) – 0,02 %; інші метали (IV клас небезпеки) – 2 %; інші матеріали (III клас небезпеки) – 5,98 %.

Таблиця 8.1

Вихідні дані до задачі № 8

Варіант	Тип лампи	Експлуатаційний термін служби ламп, год	Вага однієї лампи, г	Кількість встановлених ламп	Примітка
1	ЛБ 13-2	6000	38	100	Лампи розрядні низького тиску люмінесцентні (ртутні)
2	ЛБ 13	7500	75	200	
3	ЛБ 4	6000	25	300	
4	ЛБ 6	7500	32	400	
5	ЛБ 8	7500	40	500	
6	ЛБ 18-1	12000	110	600	
7	ЛБ20-1	15000	170	700	
8	ЛБ 36	12000	210	800	
9	ЛБ 40	1200	210	900	
10	ЛБ 40 -1	15000	320	1000	

Висновок.

9. РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ КОМПЕНСАЦІЇ ЗБИТКІВ ЗА НАДНОРМАТИВНІ ВИКИДИ

Задача 9. Підприємством в атмосферне повітря викидаються шкідливі речовини. Необхідно визначити загальну суму збору за забруднення довкілля за рік. Відомо, що викиди в атмосферу надходять у межах лімітів також, в атмосферу, потрапило 0,36 т А-речовини, а з ОБРВ (орієнтовано безпечні рівні впливу) 0,0046 мг/м³. Підприємство знаходиться у місті X з чисельністю населення У. Вихідні дані обирати в табл. 9.1. Потім визначити суму збору за рік якщо підприємство працювало у режимі понадлімітного викиду протягом 20 діб у місяці листопаді; при роботі джерела забруднювача у режимі понадлімітного викиду кількість

речовин перевищувала нормативне значення у три рази; режим роботи джерела викиду – безперервний. Квартал приймаємо 90 діб.

Таблиця 9.1

Вихідні дані до задачі № 9

Варіант	Тип населеного пункту	Чисельність населення, тис. чол.	Викид, т			
			I	II	III	IV
1	I	100,0	10	40	0,5	0,2
2	II	500	15	35	0,45	0,19
3	III	250	12	38,09	0,54	0,19
4	I	50	11	35,5	0,45	0,21
5	II	600	9	39,4	0,46	0,18
6	III	300	12,5	38,09	0,57	0,15
7	I	120	10,5	39,9	0,44	0,17
8	II	450	10,04	35,8	0,6	0,145
9	III	200	9,2	35,7	0,49	0,168
10	I	100	10,01	39,06	0,48	0,159

Таблиця 9.2

Значення коефіцієнта $K_{нас}$

Чисельність населення, тис. чол.	$K_{нас}$
До 100,0	1,00
100,1 - 250,0	1,20
250,1 - 500,0	1,35
500,1 - 1000,0	1,55
Понад 1000	1,80

Таблиця 9.3

Значення коефіцієнта $K_{ф}$

№ пор.	Тип населеного пункту	$K_{ф}$
1	Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні центри, міста, селища районного підпорядкування) та села	1,00
2	Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (обласні центри, міста обласного підпорядкування, великі промислові та транспортні вузли)	1,25
3	Центри з перевагою рекреаційних функцій	1,65

Таблиця 9.4

Клас речовин

№ пор.	Назва речовини
1	Пил неорганічний (газоподібні фтористі сполуки)
2	Азоту оксиди
3	Аміак
4	Спирт н-бутиловий

Розраховуємо розмір збору (З) за формулою (9.1):

$$З = \sum_{i=1}^n (M_{\text{Пі}} \cdot H_{\text{бі}}) K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ф}}. \quad (9.1)$$

З огляду на те, що в задачі викид здійснюється в межах ліміту, то $M_{\text{Пі}} = 0$.

На основі податкового кодексу України в табл. 9.5 знаходимо значення нормативів збору за забруднення навколишнього середовища: $H_{\text{б}}$ пил неорганіч; $H_{\text{б}}$ азоту оксиди; $H_{\text{б}}$ аміак; $H_{\text{б}}$ спирт н-бутиловий.

Таблиця 9.5

Нормативи збору, який справляється за викиди основних забруднювальних речовин від стаціонарних джерел забруднення

Назва забруднювальної речовини	Норматив збору, грн/т
Азоту оксиди	1434,71
Аміак	269,08
Пил неорганічний	1511,5
Спирт н-бутиловий	1434,71

Для забруднювальних речовин, які не ввійшли до таблиці, нормативи збору потрібно застосовувати залежно від устанавленого класу небезпечності забруднювальної речовини згідно з табл. 9.6.

Таблиця 9.6

Нормативи збору, який справляється за викиди забруднювальних речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від класу небезпечності

Клас небезпечності	Норматив збору, грн/т
I	10261,55
II	2350,06
III	350,16
IV	81,09

Для речовини А норматив збору знаходимо згідно з табл. 9.7.

Таблиця 9.7

Нормативи збору, який справляється за викиди забруднювальних речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від установлених орієнтовно-безпечних рівнів впливу (ОБРВ)

Орієнтовно-безпечний рівень впливу сполук (мг/м ³)	Норматив збору, грн/т
Менше 0,0001	431955,5
0,00014 – 0,001 (включно)	37009,95
0,001 – 0,01 (включно)	5112,56
0,01 – 0,1 (включно)	1434,71
0,1 – понад 10	54,05

Для свого міста знаходимо коефіцієнти $K_{нас}$, $K_{ф}$ згідно з табл. 9.2 та 9.3 відповідно.

Знаходимо розмір збору.

Переходимо до визначення суми збору за рік при порушенні лімітів. Визначаємо масу викиду забруднювальної речовини за одну добу: в межах ліміту $M_{лі}$ для пилу неорганізованого, азоту оксиду, аміаку, спирту н-бутиловий та речовини А, визначається за співвідношенням $M_{лі} =$ викид, т/1 квартал (90 діб).

Понад ліміт $M_{пі}$ для пилу неорганізованого, азоту оксиду, аміаку, спирту н-бутиловий та речовини А $M_{пі} = M_{лі} \cdot 3$ (3 це понадлімітний викид кожної доби у 3 рази). Джерело в лімітному режимі працює 340 днів ($90 \times 4 - 20 = 340$).

Визначаємо розмір збору (З) за формулою (9.2):

$$З = \sum_{i=1}^n [(M_{лі} \cdot H_{бі}) + (M_{пі} \cdot H_{бі})] K_{нас} \cdot K_{ф}. \quad (9.2)$$

Висновок.

10. РОЗРАХУНОК РІЧНИХ ПЛАТЕЖІВ ЗА СКИДИ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ ЦИМИ ПЕРЕСУВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Задача 10. На підприємстві пересувними джерелами витрачено деяку кількість палива. Необхідно визначити річні платежі за скиди забруднювальних речовин в атмосферу цими пересувними джерелами. Підприємство розташовано в місті Ніжин.

Таблиця 10.1

Вихідні дані до задачі № 10

Варіант	Вид пального	Витрати пального, т
1	2	3
1	Дизельне біопаливо	690,5
	Бензин сумішевий	90,5
	Бензин неетилований	60,98
	Стиснений природний газ	19,50
2	Бензин сумішевий	100
	Зріджений нафтовий газ	200,06
	Дизельне біопаливо	700
	Дизельне пальне з вмістом сірки: більше ніж 0,2 мас. %	80
3	Мазут	89,9
	Стиснений природний газ	55
	Бензин неетилований	59
	Гас	70,5
4	Дизельне пальне з вмістом сірки: не більш як 0,005 мас. %	40
	Бензин сумішевий	150
	Зріджений нафтовий газ	250
	Дизельне біопаливо	750
5	Бензин сумішевий	145
	Гас	68,9
	Бензин неетилований	67
	Стиснений природний газ	65
6	Дизельне біопаливо	590
	Бензин сумішевий	132
	Бензин неетилований	80
	Стиснений природний газ	56,5

1	2	3
7	Дизельне пальне з вмістом сірки: більше ніж 0,005 мас. %, але не більше ніж 0,035 мас. %	65,5
	Бензин сумішевий	149
	Гас	75
	Стиснений природний газ	60,9
8	Бензин неетилований	78
	Стиснений природний газ	56
	Зріджений нафтовий газ	150
	Дизельне біопаливо	340,5
9	Зріджений нафтовий газ	180
	Дизельне біопаливо	85,5
	Бензин неетилований	68
	Гас	68,45
10	Дизельне пальне з вмістом сірки: більше ніж 0,035 мас. %, але не більше ніж 0,2 мас. %	70,5
	Бензин неетилований	71,5
	Гас	80
	Стиснений природний газ	65

Розмір збору ($Z_{\text{ПД}}$) за шкідливі викиди забруднювальних речовин в атмосферу пересувними джерелами забруднення визначається за формулою (10.1):

$$Z_{\text{ПД}} = K_{\text{нас}} K_{\text{Ф}} \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_{\text{бі}} \quad (10.1)$$

Нормативи збору викидів в атмосферу знаходимо з табл. 10.2.

Таблиця 10.2

Нормативи збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднювальних речовин пересувними джерелами забруднення

Вид пального	Норматив збору, грн/т
1	2
Бензин неетилований	79,9
Бензин сумішевий	65,8
Зріджений нафтовий газ	108,1
Дизельне біопаливо	68,15

1	2
Дизельне пальне з вмістом сірки:	
- більше ніж 0,2 мас. %	79,9
- більше ніж 0,035 мас. %, але не більше ніж 0,2 мас. %	61,1
- більше ніж 0,005 мас. %, але не більше ніж 0,035 мас. %	55,22
- не більше ніж 0,005 мас. %	35,25
Мазут	79,9
Стиснений природний газ	54,05
Бензин авіаційний	55,22
Газ	68,15

За табл. 9.2 та 9.3 знаходимо $K_{\text{нас}}$, $K_{\text{ф}}$ для міста Ніжин.

11. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД СКИДУ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ ДОМІШОК, ЯКІ МІСТЯТЬСЯ У ВИРОБНИЧИХ СТИЧНИХ ВОДАХ ПІДПРИЄМСТВА

Задача 11. Необхідно зробити економічну оцінку річних збитків від скиду забруднювальних домішок, які містяться у виробничих стічних водах підприємства, що надходять на каналізаційні споруди.

1. Об'єм річного скиду стічних вод цехом орієнтовано визначається за укрупненими нормами водовідведення на одиницю продукції, що випускається. Розрахункові витрати промислових стічних вод, що надходять на каналізаційні споруди $Q_{\text{доб}}$ ($\text{м}^3/\text{добу}$), розраховують за продуктивністю підприємства за питомими нормативами водовідведення (формула 11.1):

$$\begin{aligned} Q_{\text{річ}} &= t \cdot M, \\ Q_{\text{доб}} &= t \cdot M / 257, \end{aligned} \quad (11.1)$$

де t – норма водовідведення на одиницю продукції або переробної сировини, враховуючи обіг (оборот) води, м^3 ;

M – число одиниць продукції або переробної сировини на рік;

257 – число робочих днів у році.

Якщо до складу підприємства (комбінату, заводу) входить ряд виробництв, що випускають різну продукцію, то кількість води треба

визначити для кожного з них. Загальний об'єм стічних вод підприємства розраховують за формулою (11.2):

$$\sum_{i=1}^n Q = m_n \cdot M_n, \quad (11.2)$$

де m_n – норма водовідведення на одиницю продукції або сировини;
 M_n – продуктивність заходу щодо кожного виду виробництва.

2. Економічна оцінка збитків від річного скиду забруднень визначається за формулою (11.3), грн:

$$Y = j \cdot \sigma_k \cdot P'_3, \quad (11.3)$$

де j – константа оцінки збитків від річних скидів, дорівнює 120;
 σ_k – константа для річних збитків річного скиду забруднювальних домішок дорівнює 2,6;
 P'_3 – зведена фактична суха маса річного скиду домішок, т, визначається за формулою (11.4):

$$P'_3 = k \cdot P_3, \quad (11.4)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від того, яка частина домішок видаляється у разі відстоювання відпрацьованої води. У цьому випадку буде дорівнювати 0,1.

P_3 визначається за формулою (11.5):

$$P_3 = \sum_{i=1}^n A_i \cdot P_i, \quad (11.5)$$

де A_i – показник відносної небезпеки скидання забруднювальної речовини у водойми, для нафтопродуктів $A_1 = 20$, сполук хрому $A_2 = 15$, акілосульфатів $A_3 = 15$.

P_i визначається за формулою (11.6):

$$P_i = C_i \cdot Q_i, \quad (11.6)$$

де C_i – концентрація домішок у стічній воді (за варіантом);
 Q_i – об'єм річного скиду стічних вод цехом.

Примітка: C (мг/дм³) = $C \cdot 10^{-6}$ (т/м³).

3. Концентрація шкідливих речовин у виробничих стічних водах визначається у результаті аналізів, і гранично-допустимі концентрації наведено в табл. 11.1.

Таблиця 11.1

Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин

Цех нафтопродуктів	Вміст, мг/дм ³	
	ГДК	Лабораторний аналіз
№ 1	0,3	20000
№ 2	0,3	20000
№ 3	0,3	30000
№ 4	0,3	30000
№ 5	0,3	15400
№ 6	0,3	15000
№ 7	0,3	2500
№ 8	0,3	10000
Цех сполук хрому (Cr³⁺)		
№ 9	0,5	10000
№ 10	0,5	10000
№ 11	0,5	15000
№ 12	0,5	9000
№ 13	0,5	9500
№ 14	0,5	10500
Цех ПАР, алкілосульфати		
№ 15	0,2	39000
№ 16	0,2	8000
№ 17	0,2	4500
№ 18	0,2	20000
№ 19	0,2	45000
№ 20	0,2	15500

Санітарні вимоги до умов скидання стічних вод у водойми пов'язано з необхідним ступенем очищення стічних вод перед спуском їх у водойми I та II груп водокористування (культурне, культурно-побутове водокористування, табл. 11.2). Цей зв'язок характеризується формулою (11.7):

$$C_{ст} \cdot Q_{ст} + C_p \cdot \alpha Q_p \leq (\alpha Q_p + Q_{ст}) \cdot C_{ггрд}, \quad (11.7)$$

де $C_{ст}$ – концентрація забруднення (шкідливої речовини) стічних вод, за якої не будуть перевищені допустимі межі, мг/м³;

C_p – концентрація цього самого виду забруднення (шкідливої речовини) у водоймі вище від місця випуску стоку ($C_p = 0,01 \cdot C_{ггрд}$), мг/м³;

α – коефіцієнт змішування, ($\alpha = 0,7$);

$C_{ггрд}$ – нормативний показник або гранично-допустимий вміст забруднення (шкідливої речовини) у воді водойми, мг/м³;

$Q_p, Q_{ст}$ – витрати відповідно води у водоймі і стічних вод, що надходять у водойму, м³/добу.

Q_p визначають за формулою (11.8):

$$Q_p = Q_{ст} = Q = 1000, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (11.8)$$

На період експлуатації очисних споруд отримуємо концентрацію забруднення стічних вод (11.9):

$$C_{ст} \leq \frac{\alpha Q_p}{Q_{ст}} (C_{ггрд} - C_p) + C_{ггрд}. \quad (11.9)$$

Таблиця 11.2

ГДК деяких шкідливих речовин

Найменування шкідливих речовин	Тип водойм	
	I	II
Нафтопродукти	0,3	0,05
Сполуки заліза:		
- Fe ²⁺	0,5	0,5
- Fe ³⁺	0,3	0,4
Миш'як As	0,05	0,05
Сполуки хрому Cr ³⁺	0,5	0,5
ПАР:		
- алкісульфати	0,5	0,2
- алкісульфанати	0,5	0,5

Вихідні дані до задачі № 11

Варіант	Цех	Кількість продукції, що випускається, т (М)	Норма водовідведення на одиницю продукції або сировини, м ³ (м)
1	№ 1	120	48
	№ 2	60	48
2	№ 3	240	30
	№ 4	80	30
3	№ 5	380	4
	№ 6	120	4
4	№ 7	100	42
	№ 8	90	42
5	№ 9	180	3
	№ 10	200	3
6	№ 11	210	425
	№ 12	90	425
7	№ 13	250	48
	№ 14	300	30
8	№ 15	460	48
	№ 16	230	30
9	№ 17	120	25
	№ 18	100	25
10	№ 19	460	40
	№ 20	240	30

12. ВИМОГИ ДО ФОРМАТУВАННЯ ТЕКСТОВОЇ ЧАСТИНИ ЗВІТУ

Підготовку практичних робіт здійснюють у текстовому редакторі MS WORD з урахуванням таких вимог:

- поля документа: ліве 3 см, праве, верхнє та нижнє – 1,5 см;
- шрифт: TNR, 14 пт.; міжрядковий інтервал – 1,5;
- вирівнювання: по центру без відступу (для заголовків), по ширині з відступом 1,25 см (для основного тексту);
- розстановка переносів відсутня;
- нумерація сторінок починаючи з другої сторінки документа (не встановлюється на титульній сторінці файлу).

Структура звіту до практичної роботи має вміщувати:

1. Титульну сторінку.
2. Представлений розв'язок задач відповідно до свого варіанта.
3. Відповіді на контрольні запитання.

За змішаної / дистанційної форми навчання звіт надають в електронному вигляді на платформі дистанційного навчання, обраній університетом, з можливістю верифікації здобувача та викладача.

Назва файлу, який надають на перевірку, має містити прізвище студента з ініціалами, назву академічної групи, скорочену назву дисципліни, вид і номер завдання, наприклад: *Назарнко М.Д._ТЗНС-31_ОПЕ_ПР1*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Верховна рада України*. Законодавство України [Електронний ресурс] / Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. / (дата звернення 16.02.2023). – Назва з екрана.
2. *Водний кодекс України* № 213/95-ВР від 06.06.1995 р. // Відомості верховної ради України. – 1995. – № 24. – 189 с.
3. *Шемчушенко Ю.С.* Екологічне право України. Академічний курс: підручник. – К.: ТОВ Видавництво «Юридична думка», 2005. – 848 с.
4. *Верховна рада України*. Законодавство України [Електронний ресурс] / Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення 16.02.2023).
5. *Верховна рада України*. Законодавство України [Електронний ресурс] / Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. № 4004-ХІІ. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення 16.02.2023).
6. *Верховна рада України*. Законодавство України [Електронний ресурс] / Про електромагнітну безпеку населення: проект Закону України (проект внесено на розгляд 23.03.2007 р. №3230). – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_2?id=&pf3516=3230&skl=6 (дата звернення 16.02.2023).
7. *Видання*. Державні санітарні норми та правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. ДСП-239-96: Наказ МОЗ від 01.08.1996 р. № 239. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення 16.02.2023).
8. *Васькін Р.А.* Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря України викидами автотранспорту / Р.А. Васькін, І.В. Васькіна // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2009. – Вип. 5 (58), Ч. 1. – С. 109-112.
9. Аналіз впливу автотранспортних засобів на навколишнє середовище в селітебних зонах міст / І.В. Васькіна // Екологічна безпека. – Кременчук: КрНУ, 2009. – Вип. № 8. – С. 16-19.
10. *Гутаревич Ю.Ф.* Екологія автомобільного транспорту: навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач. – К.: Основа, 2002. – 312 с.

11. Оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря на міських магістралях від автомобільного транспорту з урахуванням організації руху / О.В. Дядченко, Л.О. Коваленко // Вісник ХНАДУ, Збірник наукових праць. – 2008. – Вип. 43 – С. 16-19.
<https://studfile.net/preview/3907473/page:24/>.

12. *Петрук В.Г.* Екологія з основами біобезпеки та біоетики. Ч.І. Інградієнтне забруднення: навчальний посібник / В.Г. Петрук, І.В. Васильківський, Р.В. Петрук. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 137 с.

13. *Северин Л.І.* Природоохоронні технології: навчальний посібник. Ч.І: Захист атмосфери / Л.І. Северин, В.Г. Петрук, І.І. Безвозюк, І.В. Васильківський. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 363 с.

14. *Видання.* Охорона природи. Атмосфера: методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України. – Державна гідрометеорологічна служба. – К., 2010. – 78 с.

15. *Видання.* Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282 - 97> (дата звернення 16.02.2023).

16. *Видання.* Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 185 с.

17. *Радовенчик В.М.* Тверді відходи: збір, переробка, складування: навч. посіб / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 549 с.

18. *Шаніна Т.П.* Управління та поводження з відходами: підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко. – Одеса: ТЕС, 2012. – 272 с.

19. *Хільчевський В.К.* Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: навч. посібник. – К.: Видавничо поліграфічний центр «Київський університет», 2007. – 152 с.

20. *Краснянский М.Е.* Утилизация и рекуперация отходов: учебное пособие. – Киев: КНТ, 2007. – 288 с.

21. *Видання.* Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення: ДСанПіН 2.2.7. 029-99. Затверджено МОЗ України 01.07.1999. р. № 29. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0029588-99#Text> (дата звернення 16.02.2023).

22. *Методичні вказівки* для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Промислова екологія» студентами спеціальності 183

«Технології захисту навколишнього середовища» / уклад.: І.І. Залеський. – Рівне: НУВГП, 2017. – 29 с. Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/8371/1/05-02-46.pdf>.

23. *Organization of Work United Nations Conference on Sustainable Development 20-22 June 2012, Rio De Janeiro, Brazil – See more at.* – Режим доступу: <http://www.uncsd2012.org/22june.html>.

24. *Нікітченко О.Ю.* Конспект лекцій з дисципліни «Промислова екологія». – Х.: ХНАМГ, 2013. – 164 с.

25. *Сторожук В.М.* Промислова екологія: підручник / В.М. Сторожук, В.А. Батлук, М.М. Назарук. – Львів: Українська академія друкарства, 2005. – 547 с.

26. *Видання.* Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств: ДСТУ 3013-95. – Київ: Держстандарт України, 1995. – 14 с.

27. Забруднення поверхневих вод фосфатами та важкими металами / Л.О. Василенко, Ю.О. Березницька, М.В. Кравченко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – К.: КНУБА, 2022. – № 38. – С. 4 – 17. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.38.4-17>.

28. Дослідження основних властивостей зворотноосмотичних мембран та їх вплив на зміну фізико-хімічного складу водних розчинів / М.В. Кравченко, Л.О. Василенко // Екологічна безпека та природокористування: збірник наукових праць. – Київ: КНУБА, 2022. – № 3 (43). – С. 43 - 55. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.3.43-55>.

29. Проблема забруднення питної води нітрат-іонами та сучасні методи її вирішення / М.В. Кравченко, Л.О. Василенко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – К.: КНУБА, 2022. – № 41. – С. 42 – 51. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.41.42-51>.

Навчально-методичне видання

ОСНОВИ ПРОМИСЛОВОЇ ЕКОЛОГІЇ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
для студентів спеціальності
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Укладачі: **ВАСИЛЕНКО** Леся Олексіївна,
БЕРЕЗНИЦЬКА Юлія Олегівна,
КРАВЧЕНКО Марина Василівна,
ФЕДОРЕНКО Станіслав Валентинович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Николаєвич*

Підписано до друку 11.09.2023. Формат 60x84_{1/16}
Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5.
Електронний документ. Вид. № 68/III-23

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.