

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від _____
20__ р. №__

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання практичної та самостійної роботи здобувачами освіти з навчальної дисципліни «НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»

для здобувачів вищої освіти освітнього рівня «бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю» галузі знань 10 «Природничі науки»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра екології та природоохоронних технологій

Схвалено на засіданні кафедри
екології та природоохоронних
технологій
протокол № 08
від 26 серпня 2024 року
Зав. кафедри екології та
природоохоронних технологій
_____ Ірина ПАЦЕВА
Гарант освітньо-професійної
програми
_____ Віктор ПІДВИСОЦЬКИЙ

Розробники:

к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій
Ганна КІРЕЙЦЕВА

асистент кафедри екології та природоохоронних технологій Світлана
ХОМЕНКО

асистент кафедри наук про Землю Ілля ЦИГАНЕНКО-ДЗЮБЕНКО

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 2

Методичні рекомендації призначені для виконання практичної та самостійної роботи здобувачами освіти з навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на довкілля» для здобувачів вищої освіти освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю» галузі знань 10 «Природничі науки». – Житомир, 2024. – 29 с.

Рецензенти:

к.пед.н., завідувачка кафедра наук про Землю Державний університет «Житомирська політехніка» Олена ГЕРАСИМЧУК;

к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії Державний університет «Житомирська політехніка» Сергій ІСЬКОВ

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 3

ЗМІСТ

Вступ	
Практичне заняття 1. Визначення екологічної небезпеки від забруднення повітря населеного пункту шкідливими речовинами	
Практичне заняття 2. Розрахунок гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин для високо нагрітого одиночного джерела	
Практичне заняття 3. Оцінка хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів	
Практичне заняття 4. Оцінка стану водного середовища	
Практичне заняття 5. Розрахунок допустимої концентрації пилу в холодному пиловому викиді	
Практичне заняття 6. Розрахунок ГДС забруднюючих речовин для окремих скидів стічних вод у водні об'єкти та визначення необхідного ступеня очистки стічних вод	
Практичне заняття 7. Визначення категорії небезпечності промислових підприємств та комплексного індексу забруднення атмосфери	
Практичне заняття 8. Визначення ступеня забруднення харчових продуктів радіонуклідами	
Практичне заняття 9. Оцінка шумового навантаження на виробництві	
Практичне заняття 10. Визначення ступеня впливів електромагнітних полів	
Практичне заняття 11. Визначення дози радіоактивного опромінювання, яку отримують робітники і службовці за встановлений час роботи у виробничих приміщеннях	
Практичне заняття 12. Визначення кількості бактерій групи кишкової палички	
Самостійна робота	
Рекомендована література	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 4

ВСТУП

Нормування антропогенного навантаження на довкілля є основою для визначення правомірності поведінки суб'єктів екологічних правовідносин, а також ступеню ефективності використання екологічних і правових наказів. Від показників якості навколишнього природного середовища залежить і реалізація екологічних прав людини. **Одним із найважливіших завдань** нормування на сучасному етапі є оптимізація взаємовідносин між людиною (антропогенною діяльністю) та навколишнім середовищем.

Нормативи якості об'єктів навколишнього середовища повинні відображати вимоги до них різних споживачів і забезпечувати збереження екологічної рівноваги в природних екосистемах у межах їх саморегуляції.

Метою навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на довкілля» є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок, необхідних для роботи у державних та відомчих виробничих підрозділах, що здійснюють нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Основою дисципліни є існуюча в Україні нормативна база, що регулює природокористування та антропогенне навантаження на природні компоненти і комплекси довкілля.

Виконання практичних робіт здійснюється за індивідуальними варіантами, які визначаються відповідно до порядкового номера студента в списку групи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 5

Практична робота №1

Визначення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Важливими механізмами, які характеризують вплив шкідливих речовин на живі організми є гранично допустимі концентрації (ГДК) цих речовин у повітрі. Розрізняють такі види ГДК у повітрі: максимально разова – ГДК_{мр}; середньодобова – ГДК_{сд}; робочої зони – ГДК_{рз}. Кожна з величин має своє призначення: ГДК_{сд} та ГДК_{мр} встановлюються для населених міст та при їх встановленні враховують стан здоров'я людей, які піддаються дії шкідливих речовин і тривалість дії забруднюючих речовин на організм людей, а ГДК_{рз} – для робочих зон працівників.

При одночасній присутності в атмосферному повітрі декількох забруднюючих речовин, їх допустима концентрація визначається з урахуванням характеру можливого впливу на організм людини. Якщо ці речовини мають різнонаправлену дію, концентрація їх не повинна перевищувати ГДК_{мр} або ГДК_{сд}. Якщо ці речовини мають однонаправлену дію, їх сумарна допустима концентрація повинна відповідати умові:

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ГДК_{и}} \leq 1 \quad (1.1)$$

де: c_i — фактичні концентрації забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, $мг/м^3$;

$ГДК_i$ — гранично допустима концентрація цих речовин в атмосферному повітрі, $мг/м^3$;

Завдання:

Визначити чи є небезпека від забруднення повітря населеного пункту оксидом вуглецю, двооксидом сульфуру та оксидом нітрогену.

В атмосферному повітрі населеного пункту виявлено забруднення повітря двооксидом сульфуру (SO_2), двооксидом нітрогену (NO_2) та оксидом вуглецю (CO). Забруднювачі мають однонаправлену дію.

• концентрація SO_2 в повітрі житлової зони становить $0,025 \text{ мг}/м^3$;

• NO_2 — $0,0069 \text{ мг}/м^3$;

• CO — $0,863 \text{ мг}/м^3$.

ГДК двооксиду сульфуру становить $0,05 \text{ мг}/м^3$, двооксиду нітрогену — $0,04 \text{ мг}/м^3$ та оксиду вуглецю — $3 \text{ мг}/м^3$.

Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №1

Розв'язок

На підставі визначасмо чи забруднення населеного

№ варіанту	Концентрація забруднюючої речовини, $мг/м^3$			№ варіанту	Концентрація забруднюючої речовини, $мг/м^3$		
	SO_2	NO_2	CO		SO_2	NO_2	CO
1	0,010	0,0025	1,80	16	0,091	0,0028	0,86
2	0,020	0,0032	2,10	17	0,080	0,0026	1,57
3	0,030	0,0032	0,65	18	0,350	0,0059	2,37
4	0,040	0,0056	0,70	19	0,560	0,0054	1,67
5	0,015	0,0028	1,60	20	0,050	0,0011	0,97
6	0,100	0,0026	3,10	21	0,072	0,0026	0,90
7	0,060	0,0059	2,07	22	0,056	0,0078	2,07
8	0,025	0,0054	0,97	23	0,010	0,0089	0,86
9	0,090	0,0011	1,43	24	0,020	0,0045	1,60
10	0,080	0,0026	2,06	25	0,030	0,0069	0,56
11	0,300	0,0028	1,25	26	0,040	0,0088	1,59
12	0,500	0,0078	2,35	27	0,015	0,0077	2,46
13	0,050	0,0089	1,11	28	0,150	0,0021	1,57
14	0,070	0,0045	2,40	29	0,060	0,0099	0,62
15	0,056	0,0069	1,23	30	0,025	0,0025	0,71

формули (1.1) є небезпека від повітря пункту

забруднюючими речовинами:

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ГДК_i} = \frac{0,025}{0,05} + \frac{0,0069}{0,04} + \frac{0,863}{3} = 0,957 \text{ мг}/м^3.$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск ___	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 6

Висновок. З проведених розрахунків видно, що з врахуванням сумарної дії декількох шкідливих компонентів в повітрі населеного пункту небезпека від їх дії не існує, тому що $0,957 < 1$.

Практична робота №2

Розрахунок гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин для високо нагрітого одиночного джерела та максимальної концентрації забруднюючої речовини на i -тої відстані

Відповідно до Закону “Про охорону атмосферного повітря”, з метою обмеження техногенної дії на атмосферу, в якості охоронного заходу, поряд з ГДК, передбачають регулювання і кількісне обмеження викидів в атмосферу. Реалізація цього положення Закону здійснюється нормуванням гранично допустимим викидом забруднюючих речовин стаціонарними і пересувними джерелами забруднення.

ГДВ встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери (і для кожного інгредієнту, який надходить до атмосфери з цього джерела), таким чином, що викиди шкідливих речовин від даного джерела та від сукупності джерел усього населеного пункту з урахуванням перспектив розвитку інфраструктури промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері не створюють приземну концентрацію, яка перевищувала б їх ГДК_{мр} (гранично допустима концентрація максимально разова). Основні значення ГДВ — максимально разові, встановлюються за умови повного навантаження як технологічного, так і газоочисного обладнання та їх нормальної роботи, і не повинні перевищуватись у будь-який довільний 20-хвилинний період часу.

Поряд з максимальними разовими (контрольними) значеннями ГДВ ($г \cdot с^{-1}$) встановлюють похідні від них річні значення ГДВ_р ($г \cdot рік^{-1}$), для окремих джерел і для підприємства в цілому з урахуванням нерівномірності викидів у часі, в тому числі з огляду на планові ремонти технологічного та газоочисного обладнання. ГДВ для кожного стаціонарного джерела (відповідно ГОСТ 17.2.3.02 – 78) встановлюється за умови, що викиди шкідливих речовин від такого джерела сумісно з фоновим забрудненням не створюють в приземному шарі атмосфери концентрацію, яка перевищує ГДК, тобто необхідним є виконання умови:

$$C_M + C_\phi \leq ГДК,$$

де: C_M — концентрація в приземному шарі атмосфери забруднювачів від цього джерела (за умов найбільш несприятливих для розсіювання);

C_ϕ — фонові концентрації, $г \cdot м^{-3}$.

Значення гранично допустимих викидів для нагрітої газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела з круглим отвором (наприклад труба котельні) у випадку, коли фонові концентрації суміші C_ϕ встановлена як незалежна від швидкості та напрямку вітру і постійна на території району, що розглядається, тоді в цьому випадку ГДВ визначається за формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{sc} \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot n \cdot m \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

де: A — коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери та визначає умови горизонтального розсіювання атмосферних домішок, $с \cdot м \cdot град \cdot г^{-1}$.

F — безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосфері. Для дрібнодисперсних аерозолів з коефіцієнтом очищення викидів не менш як 90 %: $F=2$, від 75 до 90 % $F=2,5$, менш як 75 % і в разі відсутності очищення $F=3$);

m, n — безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газо – повітряної суміші з отвору джерела викиду;

H — висота джерела викиду над рівнем Землі, $м$;

ΔT — різниця між температурою газоповітряної суміші T_{sc} , що викидається, та температурою навколишнього середовища (повітря) T_n ;

V_{sc} — об'єм газоповітряної суміші, $м^3 \cdot с^{-1}$; визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \varpi, \quad (2.2)$$

де: D — діаметр отвору джерела викиду, $м$;

ϖ — середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду, $м \cdot с^{-1}$;

Величину безрозмірного параметра m визначають в залежності від параметра f , $м \cdot с^{-2} \cdot с^{-1}$, за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (2.3)$$

де f — знаходять за виразом:

$$f = 10^3 \frac{\varpi^2 \cdot D}{H^2 \Delta T}. \quad (2.4)$$

У випадку, якщо значення параметра f відповідає нерівності $f_e < f < 100$, де параметр f_e обчислюють за виразом:

$$f_e = 800 (V_m')^3, \quad (2.5)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 7

а V'_m , м/с, дорівнює:

$$V'_m = 1,3 \cdot W_0 D / H \cdot \quad (2.6)$$

Значення коефіцієнта t розраховують за формулою (2.3), в яку замість f підставляють f_e .

Величину безрозмірного коефіцієнта n — визначають в залежності від параметра V_m за формулами:

$$n = 0,532V_m^2 - 2,13V_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq V_m < 2; \quad (2.7_a)$$

$$n = 4,4V_m \quad \text{при } V_m < 0,5; \quad (2.7_b)$$

$$n = 1 \quad \text{при } V_m > 2. \quad (2.7_b)$$

При цьому V_m знаходять за формулою:

$$V_m = 0,653 \sqrt{\frac{V_{\infty} \cdot \Delta T}{H}}. \quad (2.8)$$

Безрозмірний коефіцієнт η приймається рівним 1, якщо в радіусі п'ятдесяти висот труб H від джерела перепад відміток місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

Завдання: Розрахувати ГДВ для забруднюючих інгредієнтів котельні, що працюють на газу, зробити відповідні висновки. При цьому в розрахунок беруться лише викиди оксиду вуглецю та оксиду азоту інші компоненти не зустрічаються або зовсім не значні. Дані для виконання розрахунків наведені в табл. 2.1. Зробити відповідні висновки.

Таблиця 2.1

Дані для виконання розрахунків

Висота джерела викиду H , м	50
Діаметр гирла труби D , м	1,2
Швидкість виходу газів ω , м с ⁻¹	6,5
Температура викиду газової суміші $T_{гс}$, °С	140
Температура навколишнього середовища $T_{п}$, °С	25
Фонова концентрація CO , мг·м ⁻³	0,7
Фонова концентрація NO_2 , мг·м ⁻³	0,04

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №2

№ варіанту	H , м	D , м	ω , м·с ⁻¹	$T_{гс}$, °С	$C_{ф}(CO)$, мг·м ⁻³	$C_{ф}(NO_2)$, мг·м ⁻³
1	2	3	4	5	6	7
1	40	0,5	4,5	125	0,08	0,04
2	45	0,5	4,6	135	0,081	0,041
3	50	0,6	5,0	140	0,079	0,042
4	55	0,7	5,2	150	0,078	0,043
5	60	0,7	7,0	130	0,08	0,044
6	65	0,85	7,5	160	0,079	0,045
7	70	0,85	7,5	170	0,069	0,046
8	40	0,5	4,5	145	0,071	0,047
9	45	0,6	4,7	140	0,072	0,048
10	50	0,7	6,0	130	0,073	0,049
11	55	0,8	6,3	135	0,074	0,05
12	60	0,9	8,0	140	0,075	0,051
13	65	0,9	8,2	145	0,076	0,040
14	70	0,95	8,5	150	0,077	0,041
15	40	0,55	4,6	155	0,078	0,042
16	45	0,6	5,1	160	0,079	0,043
17	50	0,6	5,3	165	0,08	0,044
18	55	0,7	5,8	150	0,069	0,045
19	60	0,8	6,3	155	0,07	0,046
20	65	0,85	7,6	140	0,071	0,047
21	70	1,0	8,6	145	0,072	0,048
22	40	0,6	5,0	135	0,073	0,049

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 8

23	45	0,6	5,2	130	0,074	0,05
24	50	0,65	5,6	145	0,075	0,051
25	55	0,7	6,1	150	0,076	0,053
26	60	0,75	7,2	155	0,077	0,05
27	65	0,8	7,4	160	0,078	0,049
28	70	1,0	9,0	150	0,079	0,048
29	45	0,55	4,8	145	0,08	0,047
30	50	0,6	5,1	140	0,081	0,052

Розв'язок:

Значення $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ слід визначити, приймаючи температуру T_n рівною його середній температурі в 13 годин найбільш спекотного місяця, ($T_n=23^{\circ}\text{C}$). Коефіцієнт стратифікації для міста Житомира становить 180.

1. Визначаємо об'єм газоповітряної суміші за формулою (2.2):

$$V_m = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} \cdot 6,5 = 7,35 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Визначаємо параметр f за формулою (2.4):

$$f = 10^3 \frac{6,5^2 \cdot 1,2}{50^2 (140 - 23)} = 0,17 \text{ м}(\text{с}^2 \cdot \text{град}).$$

3. Обчислюємо параметр m за формулою (2.3):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,17} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,17}} = 0,9.$$

4. Визначаємо параметр V_m за формулою (2.8):

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{7,35 \cdot 117}{50}} = 1,68 \text{ м/с}.$$

5. Коефіцієнт n визначається за умов (2.7а):

$$n = 0,532 \cdot 1,68^2 - 2,13 \cdot 1,68 + 3,13 = 1,06$$

6. Визначаємо ГДВ для інгредієнтів CO та NO_2 за формулою (2.1):

Коефіцієнт F для газів становить 1. Коефіцієнт $\eta = 1$ за умов, якщо в радіусі 50 м від джерела перепад відміток місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

$$ГДВ_{\text{CO}} = \frac{(5 - 0,7) \cdot 50^2 \cdot \sqrt[3]{7,35 \cdot 117}}{180 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1} = 595,1 \text{ мг/с}.$$

$$ГДВ_{\text{NO}_2} = \frac{(0,085 - 0,44) \cdot 50^2 \cdot \sqrt[3]{7,35 \cdot 117}}{180 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1} = 6,3 \text{ мг/с}.$$

Висновок: Гранично допустимий викид у першу чергу залежить від висоти викиду (труби), швидкості газового потоку та температури газової суміші.

Практична робота №3

Визначення показників безпеки для забруднюючих речовин CO та NO_2 атмосферного повітря

Показник безпеки (показник домінування) Π визначається за формулою:

$$\Pi = \frac{M}{1000 \cdot ГДК_{\text{мр}}}, \text{ м}^3 \text{ с}^{-1} \quad (3.1)$$

де M - валовий вихід шкідливої речовини, г с^{-1}

$ГДК_{\text{мр}}$ - максимально разова гранично-допустима концентрація шкідливих речовин для населеного пункту, мг м^{-3} ;

Валовий викид забруднюючої речовини в атмосферне повітря визначається за формулою:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 9

$$M = C_M \cdot V_{об}, \text{г} \cdot \text{с}^{-1} \quad (3.2)$$

C_M – масова концентрація забруднюючої речовини;

$V_{об}$ – об'ємні витрати джерела забруднення.

Масова концентрація забруднюючої речовини визначається за формулою:

$$C_M = \frac{m_{\mu}}{22,4} \times C_{об}, \text{г} \cdot \text{м}^{-3} \quad (3.3)$$

m_{μ} – мольна маса речовини;

$C_{об}$ – об'ємна концентрація домішок у викидах, %.

Якщо забруднюючі інгредієнти володіють ефектом сумачії, то необхідно визначити в такому разі сумарний показник небезпеки:

$$\Pi_{сум} = \sum_{i=1}^n \Pi_i \quad (3.4)$$

Π_i – показники небезпеки для забруднюючих інгредієнтів.

Завдання: Визначити показники небезпеки для забруднюючих інгредієнтів CO і NO_2 , зробити відповідні висновки.

Дані для виконання розрахунків:

- об'ємна концентрація CO у викидах, % - 0,6;
- об'ємна концентрація NO_2 у викидах, % - 0,4;
- мольна маса для CO становить 28,01;
- мольна маса для NO_2 становить 46,01;
- ГДК_{мр} для CO становить 3,0 мг/м³;
- ГДК_{мр} для NO_2 становить 0,085 мг/м³;
- об'єм повітряної суміші – 1,55м³/с

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №3

№ вар.	$C_{об},$ % CO	$C_{об},$ % NO_2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,60	0,41	9	0,68	0,49	17	0,64	0,45	25	0,66	0,48
2	0,61	0,42	10	0,69	0,50	18	0,63	0,44	26	0,67	0,47
3	0,62	0,43	11	0,70	0,51	19	0,62	0,43	27	0,68	0,46
4	0,63	0,44	12	0,69	0,52	20	0,61	0,42	28	0,69	0,45
5	0,64	0,45	13	0,68	0,53	21	0,62	0,41	29	0,70	0,44
6	0,65	0,46	14	0,67	0,54	22	0,63	0,40	30	0,71	0,43
7	0,66	0,47	15	0,66	0,55	23	0,64	0,50	31	0,70	0,42
8	0,67	0,48	16	0,65	0,56	24	0,65	0,49	32	0,69	0,41

Розв'язок:

1. Визначаємо масову концентрацію CO і NO_2 за формулою (3.3):

$$C_{M_{NO_2}} = \frac{46,01}{22,4} \cdot 0,4 = 0,82, \text{г} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$C_{M_{CO}} = \frac{28,01}{22,4} \cdot 0,6 = 0,75, \text{г} \cdot \text{м}^{-3}$$

2. Визначаємо валовий

викид CO і NO_2 в атмосферне повітря за

формулою (3,2):

$$M_{CO} = 0,75 \cdot 1,55 = 1,16, \text{г} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$M_{NO_2} = 0,82 \cdot 1,55 = 1,27, \text{г} \cdot \text{с}^{-1}$$

3. Розраховуємо показники небезпеки для CO і NO_2 за формулою (3.1):

$$\Pi_{CO} = \frac{1,16}{10^{-3} \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 0,4, \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 10

$$P_{NO_2} = \frac{1.27}{10^{-3} \cdot 0.085 \cdot 10^3} = 15, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$$

Висновок: Забруднюючі інгредієнти CO і NO_2 володіють ефектом сумачії, тому розраховуємо сумарний показник небезпеки, який дорівнює:

$$P_{\text{сум}} = 0,4 + 15 = 15,4, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$$

Практична робота №4

Визначення категорії небезпечності промислових підприємств

Для визначення категорії небезпечності підприємств (КНП) використовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферу за формою статистичної звітності 2ТП – повітря.

КНП визначають за допомогою формули:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{\alpha_i} \quad (4,1)$$

де: M_i — маса викиду i -ої речовини, $\text{т} \cdot \text{рік}^{-1}$;

$ГДК_{с.д.}$ — середньодобова гранично допустима концентрація i -ої забруднюючої речовини, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$;

n — кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством в атмосферу;

α_i — безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i -ої речовини зі шкідливістю сірчистого газу (табл. 4.1.)

Таблиця 4.1

Безрозмірна константа α_i

За підприємства категорії Граничні умови для підприємств за категоріями небезпечності наведено в таблиці 4.2.

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

величиною КНП поділяються на 4 небезпечності. виділення

Таблиця 4.2

Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Завдання: небезпечності промислового викидає в атмосферне речовини такі як: вуглецю, діоксид та виробничий пил. висновки.

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Визначити категорію умовного підприємства яке повітря шкідливі сірководень; оксид азоту, діоксид сірки Зробити відповідні

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, т/рік

Вид палива	Забруднюючі речовини				
	H_2S	CO	NO_2	SO_2	Пил
	19,8	4283	195	597	2171
Клас небезпечності	1	4	2	3	4
ГДК _{с.д.} , мг/м ³	0,005	3,0	0,04	0,05	0,15

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 4.4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 11

Таблиця 4.4

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №4
(викиди забруднюючих речовин в атмосферу, т·рік⁻¹)

№ варіанту	Назва забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу				
	<i>H₂S</i>	<i>CO</i>	<i>NO₂</i>	<i>SO₂</i>	<i>Пил</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	16,8	5188	130	638	2710
2	11,7	4160	127	639	2600
3	7,8	3187	113	780	2150
4	1,61	4080	103	613	2200
5	8,3	3970	131	596	2310
6	14,6	40,38	118	583	2630
7	17,3	5100	119	618	2450
8	17,8	5010	121	616	2410
9	16,7	4970	108	599	2227
10	16,89	4830	106	507	2311
11	13,8	3910	103	607	2185
12	14,1	4010	98	591	2316
13	19,6	3810	109	596	2415
14	21,1	3830	111	603	2510
15	15,1	3840	110	607	2430
16	16,2	3812	116	586	2195
17	13,8	3613	115	598	2110
18	15,67	3518	117	577	2220
19	9,8	3618	103	517	2330
20	11,8	3375	99	513	2170
21	10,7	3275	98	519	2280
22	6,08	3168	95	633	2375
23	17,1	3712	101	621	2310
24	9,9	4012	106	671	2516
25	16,7	5008	111	628	2413
26	7,5	5003	117	599	2400
27	6,7	4375	107	701	2510
28	7,08	4835	103	701	2510
29	16,3	3275	104	707	2110
30	9,8	4283	95	597	2171
Клас небезпечності	1	4	2	3	4
ГДК_{ср}, мг·м⁻³	0,005	3,0	0,04	0,05	0,15

Розв'язок:

Визначаємо категорію небезпечності промислового підприємства за формулою (4.1):

$$КНП = \left(\frac{19,8}{0,005}\right)^{1,7} + \left(\frac{4283}{3}\right)^{0,9} + \left(\frac{195}{0,04}\right)^{1,3} + \left(\frac{597}{0,05}\right)^1 + \left(\frac{2171}{0,15}\right)^1 = 1396072,9$$

Висновок: Промислове підприємство відноситься до II-ої категорії небезпечності.

*Практична робота №5***Оцінка хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів**

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів виконується за показниками, розробленими завдяки суміщенню геохімічних та гігієнічних досліджень міських середовищ. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елементу K_c і сумарний показник забрудненості Z_c . Коефіцієнт концентрації визначається за формулою:

$$K_c = \frac{C}{C_\phi}; \text{ або } K_c = \frac{C}{ГДК}, \quad (5.1)$$

де: C — реальний вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;

C_ϕ — фоновий вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;

$ГДК$ — гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

Оскільки ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{c_i}\right) - (n-1) \quad (5.2)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 12

де: Z_c — сумарний показник забрудненості ґрунтів; K_c — коефіцієнт концентрації i -ого хімічного елементу в пробі ґрунту; n — кількість хімічних елементів.

Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів Z_c комплексом хімічних елементів за показником виконується за оціночною шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 5.1).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 13

Таблиця 5.1

Шкала забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c

Категорія забруднення ґрунтів	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16–32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32–128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворюючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи.
Дуже небезпечна	> 128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофій немовлят).

Завдання: Визначити сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами.

Дані для виконання розрахунків:

Ґрунт одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація, $мг \cdot кг^{-1}$ становить: нітрати — 390; суперфосфат — 290; фториди — 47; миш'як — 18. ГДК. Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 5.2.

Розв'язок :

Розраховуємо сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами (неорганічні сполуки) за формулою (5.2):

$$Z_c = \frac{390}{130} + \frac{290}{200} + \frac{47}{10} + \frac{18}{20} - (4 - 1) = 7,05$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 14

Таблиця 5.2

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №5

№ вар.	Нітрати	Фториди	Миш' як	Супер-фосфат	№ вар.	Кобальт	Мідь	Нікель	Хром
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	354	39	32	259	16	7,8	12	4,6	11
2	265	31	31	345	17	4,7	11	7	13
3	198	24	25	321	18	5,8	9	9	21
4	312	27	27	451	19	12	9,8	11	9
5	417	16	37	199	20	14	13	21	21
6	368	23	45	238	21	17,9	6	3,9	16
7	359	36	24	365	22	21	8	9,6	11
8	274	29	48	279	23	30,9	11,2	10	9,9
9	178	13	47	451	24	24	20	8	7,9
10	339	12	26	147	25	31	13	11	11
11	421	41	58	128	26	19	5,7	8,9	9
12	268	23	49	321	27	23,9	9,4	11	11
13	365	30	41	154	28	42	13	9,7	9,6
14	543	27	48	132	29	23	11,9	7,9	11,7
15	581	29	37	98	30	17	9	8	12

Висновок: Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів за показником — допустима. При цьому — найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення.

Практична робота №6

Оцінка санітарного стану водойм господарсько-питного та культурного-побутового призначення

В Україні прийнята система нормування шкідливих забруднювачів у стічних водах на підставі ГДК. У водойми можуть потрапити десятки видів різних забруднюючих речовин, що призводять до їх комплексної дії на якість води у водоймі.

Точно оцінити комплексну дію таких речовин неможливо, тому застосовують метод оцінки сумарного ефекту впливу декількох шкідливих речовин:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ГДК_{и}}} \leq 1, \quad (6.1)$$

де: C_i — концентрації i -ої шкідливої речовини у воді водойми;

$C_{ГДК_{и}}$ — їх гранично допустимі концентрації.

Якщо ця умова при скиданні стічних вод не виконується, то санітарний стан водойми не відповідає нормативним вимогам. В цьому випадку слід вживати заходів щодо підвищення ефективності очищення промислових стічних вод.

Для виконання практичної роботи, індивідуальні дані наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №6
(концентрація забруднюючих речовин мг/л)

№ вар.	Нафта	Бензол	Хлорофос	Нітрати	Толуол	ДДТ	Бензин	Гексахлора н	Аміак
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,2			8,0	0,31				1,8
2		0,4	0,03			0,03		0,005	
3	0,12	0,3		4,6					
4		0,2		5,1	0,11				1,1
5							0,01	0,004	1,0
6	0,09	0,3		6,1		0,04			
7			0,03		0,04		0,015	0,003	
8			0,025		0,01	0,01		0,002	
9	0,03		0,02			0,015			
10		0,25		2,0	0,011		0,001		
11	0,02		0,03			0,012			
12				4,0	0,012		0,002		0,3
13	0,01	0,2		1,8				0,002	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015						Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024	
	Випуск __		Зміни 0		Екземпляр № 1		Арк 40 / 15	

14			0,04		0,03	0,002			
15	0,02	0,1	0,03	2,5					
16					0,02	0,003	0,006		
17			0,02	3,0				0,002	0,7
18					0,04	0,004	0,00025		
19	0,04	0,1	0,002	4,0					
20				2,7	0,03		0,004		0,8
21	0,07		0,03		0,012				0,4
22									
23		0,11	0,025			0,02			
24	0,04			2,8	0,04		0,01		
25		0,13				0,05		0,002	0,95
26	0,02			3,6	0,05				0,26
27		0,31	0,02			0,01			0,6
28	0,6		0,03				0,01		
29		0,12		3,8	0,02			0,001	
30	0,03		0,04			0,02			0,7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 16

Завдання: Оцінити санітарний стан водойми господарсько-питного призначення. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для розрахунків прикладу: У водойму господарсько-питного призначення надходить стічна вода, яка містить:

- хлорофос — концентрація 0,035 мг/л; ГДК – 0,05 мг/л;
- нітрати — концентрація 4,7 мг/л; ГДК – 10,0 мг/л;
- гексахлоран — концентрація 0,015 мг/л; ГДК – 0,02 мг/л.

Розв'язок:

Визначаємо оцінку сумарного ефекту впливу декілька забруднюючих речовин на стан водойми за умовою (6.1):

$$\frac{0,035}{0,05} + \frac{4,7}{10} + \frac{0,015}{0,02} = 1,92$$

Висновок: Оцінка сумарного ефекту більша одиниці, сумарна дія цих речовин у зазначених концентраціях є небезпечною. Це зумовлює необхідність додаткової очистки стічних вод.

Практична робота №7

Визначення необхідного ступеня очистки стічних вод за біологічною потребою кисню

Інтенсивний розвиток промисловості, комунального і сільського господарства спричиняє значне зростання споживання чистої питної та технічної води, призводить до збільшення кількості забруднених різними домішками відпрацьованих стічних вод. Скидання останніх у водойми зумовлює їх забруднення, а також, значно зменшуються ресурси чистої прісної води, погіршується стан довкілля.

Вимоги до скидання виробничих стічних вод у водойми зумовлені Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” і регламентуються “Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами” та “Правилами санітарної охорони прибережних районів морів”.

Ступінь очистки стічних вод E_{BCK}^{CB} за $BCK_{повн}$ визначається за формулою:

$$E_{BCK}^{CB} = \frac{L_{\Phi}^{BCK} - L_{H}^{BCK}}{L_{\Phi}^{BCK}} \cdot 100\% , \quad (7.1)$$

де: L_{Φ}^{BCK} — фактичне $BCK_{повн}$ у стічній воді, що підлягає скиданню, $мг л^{-1}$;

L_{H}^{BCK} — $BCK_{повн}$, якого необхідно досягти в процесі очищення, $мг л^{-1}$.

$$L_{H}^{BCK} = \frac{n-1}{10^{-k_1 t}} \left(L_{дон}^{BCK} - L_{г}^{BCK} \cdot 10^{-k_2 t} \right) + \frac{L_{дон}^{BCK}}{10^{-k_1 t}} , \quad (7.2)$$

де: n — кратність розчинення води;

$L_{дон}^{BCK}$ — гранично допустиме значення БСК суміші стоків у воді, $мг л^{-1}$; $L_{г}^{BCK}$ — $BCK_{повн}$ водойми до скиду, $мг л^{-1}$;

k_1, k_2 — константи швидкості розчинення кисню стоками, водою водойми;

t — тривалість протікання води від випуску до необхідного січення.

Завдання: Визначити необхідний ступінь очистки стічних вод за біологічним споживанням кисню. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Вихідні дані для виконання розрахунків

Для практичної індивідуальні дані 7.2.

n	$L_{\Phi}^{BCK}, мг л^{-1}$	$L_{дон}^{BCK}, мг л^{-1}$	$t, доб$	K_1	$L_{г}^{BCK}$
15	300	2,1	0,25	0,07	1,5

виконання роботи, наведені в таблиці

Таблиця 7.2

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №7

№ вар.	n	$L_{\Phi}^{BCK}, мг л^{-1}$	$L_{дон}^{BCK}, мг л^{-1}$	$t, доб$	K_1	$L_{г}^{BCK}$
1	2	3	4	5	6	7
1	15	300	2,1	0,25	0,07	1,5
2	16	270	2,2	0,13	0,08	1,2
3	17	280	2,3	0,2	0,09	1,1
4	18	190	2,4	0,15	0,065	0,9
5	19	200	2,5	0,25	0,075	0,6
6	20	210	2,6	0,15	0,08	1,6
7	19	220	2,7	0,25	0,075	1,8
8	18	230	2,8	0,2	0,07	2,0
9	17	240	2,9	0,15	0,08	1,3
10	16	250	2,8	0,2	0,085	0,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024	
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 17	

11	15	260	2,7	0,15	0,08	0,2
12	14	270	2,6	0,2	0,075	0,5
13	18	280	2,5	0,25	0,08	0,7
14	17	290	2,4	0,2	0,085	0,8
15	16	200	2,3	0,15	0,08	1,4
16	15	210	2,2	0,18	0,075	1,5
17	14	220	2,1	0,16	0,07	1,2
18	19	230	2,0	0,22	0,08	1,1
19	20	240	2,9	0,21	0,065	0,9
20	19	250	2,8	0,23	0,075	0,6
21	18	260	2,7	0,2	0,08	1,6
22	17	270	2,6	0,18	0,075	1,8
23	15	220	2,5	0,19	0,08	2,0
24	14	230	2,4	0,2	0,085	1,3
25	13	240	2,3	0,14	0,09	0,8
26	12	200	2,2	0,16	0,08	0,2
27	11	190	2,1	0,2	0,085	0,5
28	10	195	2,0	0,17	0,075	0,7
29	13	215	2,3	0,14	0,09	0,8
30	18	280	2,5	0,2	0,08	0,75

Примітка: константа K_2 швидкості розчинення кисню стоками і водою дорівнює нулю.

Розв'язок:

1. Розраховуємо $BCK_{повн}$, якого необхідно досягти в процесі очищення стічних вод за формулою (7.2):

$$L_{Н}^{BCK} = \frac{15-1}{10^{-0,07-0,25}} \cdot (2,1 - 1,5 \cdot 10^{-0,07-0}) + \frac{2,1}{10^{-0,07-0,25}} = 10,93 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}.$$

2. Ступінь очистки стічних вод E_{BCK}^{CB} за $BCK_{повн}$ визначаємо за формулою (7.1):

$$E_{BCK}^{CB} = \frac{300 - 10,93}{300} \cdot 100\% = 96,5\%$$

Висновок: Дані розрахунків стверджують, що якість стічних вод задовільна і вода не потребує додаткової очистки.

Практична робота №8

Визначення концентрації нафтопродуктів у загальному стоці водоєм

Джерелами забруднення природних вод нафтою та нафтопродуктами є промисловість, транспорт, морські бази та ін. Забруднення є отруйними при концентраціях більше $0,05 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ — при цьому змінюються смакові якості риби, вона набуває неприємного присмаку нафти, від якого неможливо позбавитись. При концентрації нафти у воді більше $0,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ гине риба, а при вмісті нафтопродуктів у воді $\sim 1,2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ гине планктон, бентос, водоплавні птахи.

Розповсюдження на поверхні води 1 т нафти, остання утворює плівку площею 12 км^2 , яка порушує газо- та вологообмін океану та атмосфери, зменшує надходження у воду кисню, погіршує біохімічний режим водоєм, зменшує випаровування.

Концентрація нафтопродуктів $C_{нп}$ у загальному стоці визначається за формулою:

$$C_{нп} = \frac{m_{нп}}{V_з}, \quad (8.1)$$

де m — маса нафтопродуктів, які містяться у стічних водах, мг ;

$V_з$ — загальний об'єм стічних вод, $\text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$.

Маса нафтопродуктів у стічних водах визначається за формулою:

$$m_{нп} = C_{нп} \cdot V_{нп}, \quad (8.2)$$

де $V_{нп}$ — об'єм стічних вод, які містять нафтопродукти, $\text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$.

Завдання:

У водоєму рибогосподарського призначення надходять з різних промислових підприємств та комунально-побутового господарства — $1100 \text{ м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$ стічних вод. В одному зі стоків містяться нафтопродукти в емульсійному стані з концентрацією $0,22 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, об'ємом $210 \text{ м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$. Визначити концентрацію нафтопродуктів в загальному стоці. Зробити відповідні висновки (порівняти розрахункове значення концентрації нафтопродуктів у стічній воді зі значенням ГДК).

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 18

№ вар.	$V, \text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$	$V_{\text{пл}}, \text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$	$c_{\text{пл}}, \text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$	№ вар.	$V, \text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$	$V_{\text{пл}}, \text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$	$c_{\text{пл}}, \text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1000	210	0,2	16	1650	123	0,2
2	1500	300	0,15	17	2000	325	0,15
3	1650	158	0,36	18	900	254	0,36
4	2000	465	0,29	19	800	365	0,29
5	900	123	0,08	20	780	145	0,8
6	800	325	0,09	21	658	256	0,09
7	780	254	0,1	22	985	325	0,34
8	658	365	0,24	23	965	348	0,56
9	985	145	0,3	24	1250	100	0,1
10	745	256	0,38	25	560	269	0,22
11	259	325	0,34	26	800	287	0,045
12	965	348	0,56	27	1000	463	0,25
13	1250	198	0,1	28	1500	378	0,15
14	560	298	0,22	29	760	147	0,36
15	800	378	0,045	30	831	149	0,26

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 19

Розв'язок:

1. Розраховуємо масу нафтопродуктів, яка міститься в стічній воді за формулою (8.2):

$$m_{\text{нп}} = 0,22 \cdot 210 \cdot 10^3 = 46,2 \cdot 10^3 \text{ мг.}$$

2. Визначаємо концентрацію нафтопродуктів $C_{\text{нп}}$ у загальному стоці за формулою (8.1):

$$C_{\text{нп}} = \frac{4,62 \cdot 10^3}{1100 \cdot 10^3} = 0,042 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}.$$

Висновок. Порівнюючи розрахункове значення концентрації нафтопродуктів у стічних водах зі значенням ГДК, яке складає $0,05 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, видно, що концентрація нафтопродуктів в стічній воді не перевищує ГДК. Тому немає необхідності очистки стічних вод перед їх скидом у природну водойму.

Практична робота №9

Визначення ступеня радіоактивного забруднення продуктів харчування

Значення допустимих рівнів встановлені, виходячи з того, що вміст Ph у продуктах харчування забезпечує неперевищення річної дози внутрішнього опромінювання 1мЗв . При цьому опромінення внаслідок надходження інших техногенних і природних Ph не враховується. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в харчових продуктах і питній воді наведені в таблиці 9.1.

Продукти харчування придатні до реалізації і вживання, якщо виконується співвідношення:

$$\frac{C_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДР_{Sr}} \leq 1, \quad (9.1)$$

де C_{Cs} і C_{Sr} — результати вимірювання питомої активності РН в даному харчовому продукті;

$ДР_{Cs}$ і $ДР_{Sr}$ — нормативний вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr в даному харчовому продукті.

У випадку не виконання умов співвідношення, реалізація продукту і його вживання заборонені.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 20

Таблиця 9.1

Значення допустимих рівнів $Ph^{137}Cs$ і ^{90}Sr в продуктах харчування, $Bк\cdot кг^{-1}$, $Bк\cdot л^{-1}$

№ з/п	Назва продукту	$DP^{137}Cs$	$DP^{90}Sr$
1	Хліб, хлібопродукти	20	5
2	Картопля	60	20
3	Овочі (листяні, коренеплоди, столова зелень)	40	20
4	Фрукти	70	10
5	М'ясо, м'ясопродукти	200	20
6	Риба і рибна продукція	150	35
7	Молоко і молокопродукти	100	20
8	Яйце (шт.)	6	2
9	Вода	2	2
10	Молоко згущене і консервоване	300	60
11	Молоко сухе	500	100
12	Свіжі дикорослі ягоди і гриби	500	50
13	Сушені дикорослі ягоди і гриби	2500	250
14	Лікарські рослини	600	200
15	Інші продукти	600	200
16	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Завдання: Визначити ступінь забруднення харчових продуктів ^{137}Cs і ^{90}Sr . Зробити відповідні висновки

Вихідні дані для виконання практичної роботи наведені в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Вміст радіонуклідів в продуктах харчування (Бк/кг, Бк/л)

^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
хліб		овочі		м'ясо		молоко	
12	3	27	7	110	3	60	11

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи №9

№ вар.	Вміст радіонуклідів в продуктах харчування (Бк/кг, Бк/л)															
	Cs^{137}		Sr^{90}		Cs^{137}		Sr^{90}		Cs^{137}		Sr^{90}		Cs^{137}		Sr^{90}	
	хліб	картопля	овочі	фрукти	м'ясо	риба	молоко	яйця								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	12	3			27	7			110	3			60	11		
2			40	8			40	2			118	17			4	0,5
3	11	4			31	6			88	7			59	13		
4			30	10			36	3			120	13			5	0,8
5	13	2			18	11			116	5			78	8		
6			25	12			45	2			99	17			2	0,9
7	10	2			19	10			97	4			66	7		
8			20	11			20	7			113	20			3	1
9	9	3			21	9			90	11			57	13		
10			35	9			29	6			97	18			2	1,1
11	9	2			26	7			118	9			47	12		
12			40	7			31	11			91	16			4	0,7
13	14	2			18	9			121	8			51	10		
14			38	8			34	7			101	21			3	0,3
15	12	2			17	11			99	10			90	3		
16			37	9			38	6			107	23			4	0,2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015											Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024	
	Випуск __			Зміни 0				Екземпляр № 1				Арк 40 / 21	

17	13	3			16	8			107	9			60	4		
18			41	6			51	2			99	12			2,5	1,3
19	14	3			15	10			100	5			59	7		
20			42	5			56	3			102	18			4,1	0,5
21	11	3			12	8			76	11			61	11		
22			34	9			50	5			75	15			2,7	1,3
23	10	2			13	10			87	7			70	13		
24			27	11			37	11			85	16			3,1	0,6
25	11	2			21	7			93	8			58	11		
26			16	9			38	6			95	19			3,4	0,7
27	9	3			30	7			85	15			61	12		
28			21	10			30	8			107	17			2,9	1,1
29	8	3			31	8			77	17			76	3		
30			27	13			52	2			118	19			2,6	0,9

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 22

Розв'язок:

Ступінь забрудненості продуктів харчування Ph визначається за формулою 9.1.

Хліб:

$$\frac{12}{20} + \frac{3}{5} = 1,2$$

Овочі:

$$\frac{27}{40} + \frac{7}{20} = 1,025$$

М'ясо:

$$\frac{110}{200} + \frac{3}{20} = 0,7$$

Молоко:

$$\frac{60}{100} + \frac{11}{20} = 1,15$$

Висновок: Продукти, крім продуктів спеціального дитячого харчування, придатні до реалізації та вжитку, якщо виконується співвідношення згідно формули 8.1. В нашому випадку до реалізації та вживання придатне тільки м'ясо і в певній мірі овочі після ретельної промивки гарячою водою.

Практична робота №10

Визначення ступеня впливів електромагнітних полів

Ступінь впливу електромагнітного поля (ЕМП) на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання, режиму опромінення, індивідуальних особливостей організму тощо. Змінне ЕМП являє собою сукупність магнітного та електричних полів і поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль. Основні параметри, що характеризують електромагнітне поле є напруженість магнітної складової ЕМП ($H, A \cdot m^{-1}$) та електрична складова ЕМП ($E, B \cdot m^{-1}$).

У випадку одночасного впливу декількох джерел, які працюють в частотному діапазоні (60 кГц–300 МГц) і для яких встановлені різні значення гранично допустимих рівнів (ГДР) напруженості ЕМП, повинна забезпечуватись умова:

$$\left(\frac{E_1}{E_{ГДР_1}}\right)^2 + \left(\frac{E_2}{E_{ГДР_2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{E_n}{E_{ГДР_n}}\right)^2 \leq 1 \quad (10.1)$$

де: E_1, E_2, E_n — виміряні значення напруженості електричної складової ЕМП;

$E_{ГДР_1}, E_{ГДР_2}, E_{ГДР_n}$ — гранично допустимі рівні впливу для відповідного частотного діапазону (табл. 10.1)

Таблиця 10.1

Допустимі рівні напруженості електромагнітного поля радіочастотного діапазону

Завдання:
ступінь декількох (за складовою) в

Діапазон частот, Гц	Допустимі рівні напруженості	
	За електричною складовою (E), В/м	За магнітною складовою (H), А/м
60 кГц – 3 МГц	50	5 (1,5 МГц)
3 МГц – 30 МГц	20	—
30 МГц – 50 МГц	10	0,3
50 МГц – 300 МГц	5	—

Визначити сумарної дії джерел ЕМП електричною

радіочастотному діапазоні. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для розрахунків наведені в табл. 10.2.

Таблиця 10.2

Вихідні дані для виконання практичної роботи №10

Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
60 кГц – 3 МГц	3 МГц – 30 МГц	30 МГц – 50 МГц	50 МГц – 300 МГц
25,5 В/м	11 В/м	4,8 В/м	1,3 В/м

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи (рівні випромінювання джерел ЕМП, А/м)

№	Частотний діапазон та рівні випромінювання			
	Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
	60 кГц – 3 МГц	3 МГц – 30 МГц	30 МГц – 50 МГц	50 – 300 МГц

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 23

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	30	1	30	1
2	25	2	25	2
3	20	3	20	3
4	18	4	18	4
5	31	5	31	5
6	28	6	28	6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 24

Продовження таблиці 10.3

1	2	3	4	5
7	29	7	29	7
8	31	8	31	8
9	40	9	40	9
10	28	10	28	10
11	36	11	36	11
12	38	12	38	12
13	37	13	37	13
14	36,5	14	36,5	14
15	35,6	15	35,6	15
16	27,8	16	27,8	16
17	30,5	17	30,5	17
18	41	18	41	18
19	34,8	19	34,8	19
20	39,5	20	39,5	20
21	28,6	21	28,6	21
22	38,7	22	38,7	22
23	35,1	23	35,1	23
24	34,9	24	34,9	24
25	29,5	25	29,5	25
26	36,8	26	36,8	26
27	31,6	27	31,6	27
28	29,7	28	29,7	28
29	34,6	29	34,6	29
30	38,3	30	38,3	30

Розв'язок: Визначаємо ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП в радіо – частотному діапазоні за формулою (10.1):

$$\left(\frac{25,5}{50}\right)^2 + \left(\frac{11}{20}\right)^2 + \left(\frac{4,8}{10}\right)^2 + \left(\frac{1,3}{5}\right)^2 = 0,26 + 0,3 + 0,23 + 0,067 = 0,86$$

Висновок: Ступінь сумарної дії чотирьох джерел ЕМП в радіочастотному діапазоні не перевищує допустимого рівня, так як виконується умова.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 25

Практична робота №11

Визначення гранично допустимих шумових характеристик машин в октавних смугах частот

Основною шумовою характеристикою машини є рівні її звукової потужності в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63 – 8000 Гц, на основі яких машини порівнюються за шумовими властивостями.

Значення гранично допустимих рівнів шумових характеристик (ГДШХ) машин встановлюється з урахуванням вимог забезпечення на робочих місцях допустимих рівнів шуму у відповідності з головним призначенням машини і вимогами розділу 2 ГОСТ 12.1.003-83.

Значення ГДШХ, яка встановлюється в октавних смугах частот рівнів звукового тиску, визначається для кожної октавної смуги за формулою:

$$L_{w_i} = L_{d_i} + 10 \lg \frac{S_n}{S_o} - \Delta L, \quad (11.1)$$

де: L_{d_i} — гранично допустимий рівень звукового тиску в октаві (еквівалентний рівень звуку на робочих місцях за ГОСТ 12.1.003-83 або в місцях знаходження людини згідно з відповідними нормативами);

S_n — площа вимірювальної поверхні, яка знаходиться на відстані 1м від зовнішнього контуру машини, м²;

$$S_o = 1m^2;$$

ΔL — поправка на групове встановлення машин в типових умовах експлуатації.

Значення поправки ΔL приймається 10; 6 і 3 дБ для машин з габаритними P_2 розмірами відповідно до 1,5; 3,5, і 5 м. Для одиночного встановлення машин з габаритними розмірами понад 5 м — 0 дБ.

Таблиця 11.1

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот на робочих місцях у виробничих приміщеннях

Рівні звукового тиску в дБ, в октавних смугах частот, Гц								
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
107	95	87	82	78	75	73	71	69

Якщо фактичні значення октавних рівнів звукового тиску на робочих місцях за типових умов експлуатації машин менші за встановлені стандартом, то вони підставляються у формулу як L_{d_i} .

Площу вимірювальної поверхні полусфери визначають за формулою:

$$S_n = 2\pi \cdot R^2, m^2, \quad (11.2)$$

де R — відстань від робочого місця до центру проекції машини, м.

Завдання: Визначити гранично допустиму шумову характеристику машини в октавних смугах частот. Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в таблиці 11.2

Таблиця 11.2

Дані для виконання розрахунків

Середньгеометричні частоти, Гц				R_1 , м	R , м
31,5	125	250	1000	1,8	2,2

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 11.3.

Таблиця 11.3

Вихідні дані для рішення розрахункової роботи №11

№ вар.	Середньгеометричні частоти, Гц				R_1 , м	R , м
1	2	3	4	5	6	7
1	31,5	125	1000	8000	1,6	2,2
2	63	250	500	4000	1,8	2,4
3	125	500	1000	800	2	2,5
4	31,5	250	2000	4000	2,2	2,6
5	250	500	1000	400	2,4	2,9

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 26

6	125	1000	2000	8000	2,6	3,2
7	31,5	250	1000	4000	2,8	3,4
8	125	500	2000	800	3,0	3,5
9	250	1000	2000	4000	3,2	3,7
10	31,5	125	500	2000	3,4	3,9
11	63	250	1000	4000	3,6	4,2
12	250	1000	4000	8000	3,8	4,4
13	125	500	2000	4000	4,0	4,6
14	63	250	1000	4000	4,2	4,8
15	31,5	125	500	2000	4,4	5
16	63	125	250	500	4,6	5,2
17	31,5	63	125	250	4,8	5,3
18	125	250	500	1000	5	5,5
19	250	500	1000	2000	5,2	5,7
20	500	1000	2000	4000	5,4	5,9
21	1000	2000	4000	8000	1,2	1,6
22	31,5	125	500	4000	1,4	2,0
23	63	250	1000	2000	1,6	2,1
24	31,5	63	125	250	1,8	2,3
25	63	125	250	500	2,0	2,6
26	125	250	500	1000	5,2	5,8
27	250	500	1000	2000	5,4	6,0
28	63	125	250	500	1,8	2,4
29	125	250	500	1000	2,0	2,5
30	250	500	1000	2000	2,2	2,7

Примітка. Клас машин можуть становити токарні, фрезерні, стругальні, заточні верстати, конвеєри, компресори та інші обладнання.

Розв'язок:

1. Вибираємо рівні звукового тиску для відповідних середньгеометричних частот. Вони будуть відповідати гранично допустимим рівням звукового тиску L_{d_i} .

2. Визначаємо площу вимірювальної поверхні за формулою(9.4):

$$S_n = 2\pi \cdot 2,2^2 = 30,39, \text{ м}^2.$$

3. Поправку на групове встановлення машин вибираємо за умов габаритних розмірів машин. В нашому випадку $\Delta L=3 \text{ дБ}$.

4. Визначаємо ГДШХ для фрезерного верстата в октавних смугах частот:

• Для 31.5 Гц:

$$L_{w1} = 95 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 106,8 \text{ дБ}.$$

• Для 125 Гц:

$$L_{w2} = 87 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 98,8 \text{ дБ}.$$

• Для 250 Гц:

$$L_{w3} = 78 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 89,8 \text{ дБ}.$$

• Для 1000 Гц:

$$L_{w4} = 75 + 10 \lg \frac{30,39}{1} - 3 = 86,8 \text{ дБ}.$$

Висновок. Зі збільшенням середньгеометричної частоти рівень звукового тиску зменшується.

Практична робота №12

Оцінка шумового навантаження, яке отримує робітник протягом робочого дня

Сучасне виробництво, необхідною умовою якого є інтенсивне запровадження нової техніки і технологій з великою потужністю та високими робочими швидкостями, формує умови праці із значними шумовими навантаженнями. Інтенсивний виробничий шум, негативно впливаючи на нервову систему, а через неї на функції життєво важливих органів людини, призводить до передчасної стомленості робітників, зниження продуктивності праці. Для визначення шумового навантаження, яке одержує

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 27

робітник протягом зміни, крім застосування спеціальних вимірювальних приладів можна скористатися наступною формулою:

$$L_{кор.екв} = L_{кор} + 10 \lg(t \cdot t_{зм}^{-1}), \quad (12.1)$$

де: $L_{кор.екв}$ — еквівалентний коригований рівень шуму (дБА);

t — тривалість дії шуму, год.; $t_{зм}$ — тривалість зміни, год.;

$L_{кор}$ — коригований рівень шуму, дБА.

Коригований рівень шуму вимірюють безпосередньо шумомірами за шкалою «А» або обчислюють на основі рівнів звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Коригований рівень звуку за відомими рівнями звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5...8000 Гц може бути визначений за формулою:

$$L_{КОР} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i^n 10^{\frac{L_{fi} - n_{fi}}{10}} \right], \quad (12.2)$$

де: i, \dots, n — кількість октавних смуг досліджуваного діапазону;

L_{fi} — рівень звукового тиску в певній октавній смузі (див. табл. 12.1);

n_{fi} — значення корекції (див. табл. 12.2).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОК33- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 28

Таблиця 12.1

Рівень звукового тиску в певній октавній смузі

Таблиця 12.2
Значення корекції
геометричних частот

Рівень звукового тиску, дБ в октавних смугах частот, Гц						
31,5	63	125	250	500	1000	2000
90	87	82	78	75	73	71

 (n_f) для середньо

Коефіцієнти корекції, дБ в октавних смугах частот, Гц						
31,5	63	125	250	500	1000	2000
39,5	26,2	16,1	8,6	3,2	0	-1,2

Завдання: Визначити шумове навантаження на робочому місці, яке одержує робітник протягом зміни (8 год.). Зробити відповідні висновки.

Вихідні дані для виконання розрахунків: октавні смуги частот, Гц 63, 250, 1000, 2000; тривалість дії шуму — 4,3 год.

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 12.3.

Таблиця 12.3

Вихідні дані для рішення розрахункової роботи №12
(тривалість дії шуму протягом зміни, дБа)

№ вар.	t, год.								
1	2,1	7	3,0	13	5,8	19	5,7	25	5,5
2	3,8	8	2,75	14	6,1	20	6,0	26	2,7
3	2,3	9	3,3	15	5,0	21	5,3	27	2,65
4	3,1	10	3,8	16	2,9	22	5,1	28	3,05
5	2,6	11	4,0	17	2,8	23	3,3	29	4,45
6	4,7	12	4,3	18	4,1	24	4,4	30	1,85

Примітка:

- для варіантів від 1 до 10 взяти октавні смуги 31,5, 63, 125, 250 Гц;
- для варіантів від 11 до 20 — октавні смуги 63, 125, 250, 500 Гц;
- для варіантів від 21 до 30 — октавні смуги 250, 500, 1000, 2000 Гц.
- Тривалість зміни 8 год.

Розв'язок:

1. Коригований рівень звуку за відомими рівнями звукового тиску в октавних смугах частот визначаємо за формулою (12.2). Рівень звукового тиску в певній октавній смузі вибираємо з табл. 12.1., а значення корекції табл. 12.2.

$$L_{КОР} = 10 \cdot Lg \left(10^{\frac{87-26,2}{10}} + 10^{\frac{78-8,6}{10}} + 10^{\frac{73-0}{10}} + 10^{\frac{71-(-1,2)}{10}} \right) = 7,6 \text{ дБа.}$$

2. Шумове навантаження, яке одержує робітник протягом зміни, розраховуємо за формулою (12.1):

$$L_{кор.екв} = 76,6 + 10 Lg(4,3 \cdot 8^{-1}) = 73,8 \text{ дБа.}$$

Висновок: Шумове навантаження, яке одержує робітник протягом зміни задовольняє допустимим рівням звукового тиску див. табл. 12.1.

Практична робота №13

Визначення дози радіоактивного опромінення, яку отримують робітники і службовці за встановлений час роботи у виробничих приміщеннях

Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини може бути зовнішнім і внутрішнім (коли радіоактивна речовина потрапила в організм людини при вдиханні чи з їжею) та комбінованим.

Іонізуюче випромінювання, проникаючи в організм людини, передає свою енергію органам та тканинам шляхом збудження та іонізації атомів і молекул, що входять до складу клітин організму. Це веде до зміни хімічної структури різноманітних з'єднань, що призводить до порушення біологічних процесів, обміну речовин, функції кровотворних органів, змін у складі крові, призводить до втрати людьми працездатності. Тривалий вплив іонізуючого випромінювання на людину в дозах, що перевищують гранично допустимі, може викликати променевою хворобу, а у випадку значного перевищення призводить до загибелі. Доза опромінення ($D_{оп}$) після ядерного вибуху визначається за формулою:

$$D_{оп} = \frac{5P_1(t_{поч}^{-0,2} - t_{кін}^{-0,2})}{K_{посл}}, \quad (13.1)$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 29

де: P_1 — рівень радіації, перерахований на 1 год, після початку радіоактивного забруднення, випромінювання (наприклад ядерного вибуху); $P_{год}^{-1}$;

$t_{поч}$ — початок часу радіоактивного опромінювання, год

$t_{кінець} = t_{поч} + t_{роб}$ — час закінчення перебування в зоні радіоактивного забруднення, год;

$K_{посл}$ — коефіцієнт послаблення радіоактивного випромінювання.

Рівень радіації P_1 , перерахований на 1 год, після вибуху визначається за виразом:

$$P_1 = P_n \cdot K_n, \quad (13.2)$$

де P_n — рівень радіації через n годин ($t_{поч}$);

K_n — коефіцієнт перерахунку (табл. 13.1).

Таблиця 13.1

Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації

$t_{поч},$ год.	К	$t_{поч},$ год	К	$t_{поч},$ год	К
0,5	0,43	3,5	4,5	8,5	13,04
0,75	0,71	4,0	5,28	9,0	13,96
1,0	1,0	4,5	6,08	9,5	14,9
1,25	1,31	5,0	6,9	10,0	15,85
1,5	1,63	5,5	7,73	11	17,77
1,75	1,66	6,0	8,59	12	19,72
2,0	2,3	6,5	9,45	13	21,71
2,25	2,65	7,0	10,33	40	83,66
2,5	3,0	7,5	11,22	50	109,3
3,25	4,11	8,0	12,13	100	251,2

Завдання: Територія на якій розташований механічний цех підпала радіоактивному забрудненню з рівнем радіації P_n . Робітники і службовці знаходяться в виробничій одноповерховій споруді (механічний цех). В такому випадку коефіцієнт послаблення від радіоактивного забруднення становить $K_{посл} = 7$.

Дані для виконання розрахунків наведені в табл. 13.1. Визначити дозу опромінювання, яку отримають робітники та службовці механічного цеху після ядерного вибуху. Зробити відповідні висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.07- 05.01/103.00.1/Б/ОКЗ3- 2024
	Випуск __	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 40 / 30

Таблиця 13.1

Дані для виконання розрахунків

$t_{поч}, год.$	$t_{роб}, год.$	$P_n, P \cdot год^{-1}$	K
0,25	6	210	7

Для виконання практичної роботи індивідуальні дані наведені в таблиці 13.2.

Таблиця 13.2

Вихідні дані для виконання розрахункової роботи

№ вар	$t_{поч}, год.$	$t_{роб}, год.$	$P_n, P \cdot год^{-1}$	№ вар	$t_{поч}, год.$	$t_{роб}, год.$	$P_n, P \cdot год^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,5	8	200	16	6,5	6	70
2	0,75	7	170	17	7,0	7	75
3	1,0	6	160	18	7,5	8	60
4	1,25	5	150	19	8,0	9	50
5	1,5	3	120	20	8,5	10	45
6	1,75	4	100	21	9,0	5	30
7	2,0	5	90	22	9,5	6	20
8	2,25	6	70	23	10	7	18
9	2,5	7	60	24	11	8	17
10	3,25	8	70	25	12	9	16
11	3,5	9	60	26	13	10	20
12	4,0	10	50	27	4,5	8	21
13	5,0	3	60	28	40	7	6
14	5,5	4	50	29	50	5	5
15	6	5	70	30	100	4	2

Розв'язок:

• Визначимо рівень радіації, перерахований на 1 год, після вибуху згідно формули 13.2. Коефіцієнт перерахунку беруть з таблиці 13.1

$$P_1 = 210 \cdot 0,71 = 149,1 \text{ Р} \cdot \text{год}^{-1}.$$

• Дозу опромінення розраховуємо за формулою 13.1:

$$D_{оп} = \frac{5 \cdot 149,1 \cdot (0,71^{-0,2} - 6^{-0,2})}{7} = 40,4 \text{ Р}.$$

Висновок. Доза радіоактивного опромінювання, яку отримали робітники, залежить від часу перебування в зоні радіоактивного забруднення та захисних засобів.