

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Звіт з індивідуального дослідницького завдання  
з «Технологічні аспекти екологічної безпеки»

Виконав:            студент гр.  
6.1212-2  
Вишневецький Володимир

Перевірив: канд. фіз.-мат. наук,  
доц., зав. каф. заг. математики  
Зіновеєв Ігор Валерійович

Запоріжжя 2025

## **Завдання для самостійного вирішення**

1. Виписати вихідні дані згідно варіанту (табл. 6.3).

**Варіант 4**

1. Обчисліть індекс забруднення атмосфери, якщо викиди в атмосферу карбон(ІІ) оксиду перевищують ГДК у 2,13 разів, пилу - у 2,13 разів, формальдегіду - у 1,1 рази, гідроген сульфіду у 1,7 рази, гідроген флуориду - у 1,6 рази.

**Розв'язання:**

Згідно умов задачі перевищені викиди в атмосферу забрудників складають: викиди (CO) = 2,13 ГДК; викиду пилу = 2,13 ГДК; викиди формальдегіду = 1,1 ГДК; гідроген сульфіду (H<sub>2</sub>S) = 1,7 ГДК; гідроген флуориду(HF) = 1,6 ГДК.

$$ІЗА = \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{K_i}, \quad (6.1)$$

де C<sub>i</sub> – середня концентрація в повітрі i-ої речовини;

ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима середньодобова концентрація для i-ої речовини;  
K<sub>i</sub> – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості i-ої речовини до шкідливості сульфур(ІV) оксиду, яка залежить від того, до якого класу небезпеки належить забруднююча речовина.

Таблиця 1 – Класи небезпеки нормованих речовин

Клас небезпеки	Ступінь небезпеки	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	K <sub>i</sub>
I	Надзвичайно небезпечні	< 0,1	1,7
II	Високо небезпечні	0,1-1,0	1,3
III	Помірно небезпечні	1,0 - 10,0	1,0
IV	Мало небезпечні	>10	0,9

Речовина	ГДК <sub>с.д.</sub>	ГДК <sub>м.р.</sub>
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2
Сульфур(IV) оксид	0,05	0,5
Нітроген(IV) оксид	0,04	0,085
Нітроген(II) оксид	0,06	0,4
Карбон(II) оксид	3,0	5,0
Аміак	0,04	0,2
Гідроген хлорид (хлористий водень) (HCl)	0,2	0,2
Гідроген ціанід (ціанистий водень) (HCN)	0,01	-
Кадмій(II) оксид	0,001	-
Плюмбум (Свинець)	0,0003	0,03
Гідроген сульфід (сірководень) (H <sub>2</sub> S)	0,005	0,03
Бенз(а)пірен	0,000001	-

Фенол	0,003	0,01
Формальдегід	0,003	0,035
Гідроген флуорид (фтороводень) (HF)	0,005	0,2

Використовуючи формулу записуємо:

$$\left(\frac{2.13 \cdot 3}{3}\right)^1 + \left(\frac{2.13 \cdot 0.15}{0.15}\right)^{1.3} + \left(\frac{1.1 \cdot 0.003}{0.003}\right)^{1.7} + \left(\frac{1.7 \cdot 0.005}{0.005}\right)^{1.7} + \left(\frac{1.6 \cdot 0.005}{0.005}\right)^{1.6}$$

$$\approx 10.56$$

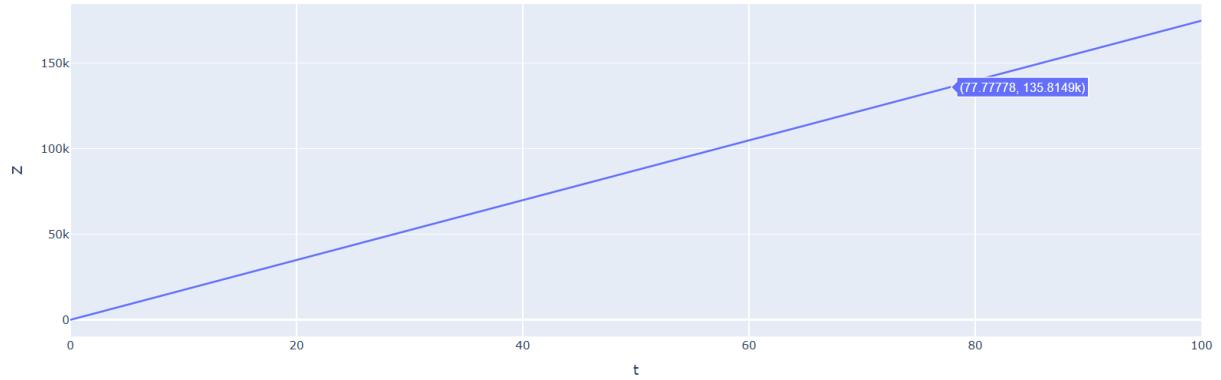
Висновок: індекс забруднення атмосфери становить 10.56.

2. На хімічному підприємстві міста К. під час контрольної перевірки зафіксовано середню концентрацію викиду нітроген(IV) оксиду 110.4 мг/м<sup>3</sup> при об'ємній витраті 170,5 м<sup>3</sup> /с. Середньодобова ГДК<sub>с.д.</sub>, дорівнює 0,04 мг/м<sup>3</sup>. Середньорічна концентрація нітроген (IV) оксиду по місту К. за даними стаціонарних постів спостережень нітроген(IV)

оксиду складає 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Тимчасово погоджений викид нітроген(IV) оксиду встановлений дозволом становить  $M_q(\text{NO}_2) = 9,75 \text{ г/с}$ .

Обчисліть наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря та розміри відшкодування збитків за наднормативні викиди

$Z(t)$



Розрахунки наднормативних викидів ( $M_i$ ) в тонах здійснюються шляхом визначення різниці між фактичними і дозволеними потужностями викидів, з урахуванням часу роботи джерела в режимі наднормативного викиду. Розрахунок виконується за формулою .4:

$$M_i = 0,0036 \cdot (V_i^\phi C_i - M_{qi}) \cdot t, \text{ г/с} \quad (.4)$$

де  $V_i^\phi$  – об’ємна витрата газопилового потоку на виході з джерела, м<sup>3</sup>/с;  $C_i$  – середня концентрація i-ої забруднюючої речовини (із серії відібраних проб), що розрахована як середня арифметична, г/м<sup>3</sup>;  $M_{qi}$  – потужність дозволеного викиду i-ої забруднюючої речовини по даному джерелу, що встановлена дозволом на викид, г/с;  $t$  – час роботи джерела в режимі наднормативного викиду, годин.

$$M = 0.0036 \cdot \left( 170.5 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right) \cdot 0.1104 \left( \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right) - 9.75 \left( \frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \right) \cdot 77 \cdot 24 \cdot 3600(\text{с}) \\ 0.0036 \cdot 9.0732 \left( \frac{\text{г}}{\text{с}} \right) \cdot 77 \cdot 24 \cdot 3600(\text{с}) \approx 217303.87(\text{г}) \approx 0,21730387(\text{т})$$

**Розрахунок розмірів відшкодування збитків за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря**

Розрахунок ведеться на основі розміру мінімальної заробітної плати з урахуванням обсягів наднормативних викидів і регулюючих коефіцієнтів. Розмір компенсації збитків в одиницях національної валюти визначається за формулою ( 7):

$$Z = M_i \cdot 1,1\pi \cdot A_i \cdot K_T \cdot K_{zi} , \quad (7)$$

де  $Z$  – розмір компенсації збитків, одиниць національної валюти;

$$Z = 0.2173 \cdot 1.1 \cdot 8000 \cdot 25 \cdot 2.25 \cdot 1.25 \approx 134454 \text{ (грн)}$$

$$A = \frac{1}{0.04} = 25$$

$$K_T = 1.8 \cdot 1.25 = 2.25$$

$$K_{zi} = \frac{0.05 \left( \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \right)}{0.04 \left( \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \right)} = 1.25$$

$M_i$  – маса і-ої забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря понад нормою, тонни;

$1,1P$  – базова ставка компенсації збитків в частках мінімальної заробітної плати ( $P$ ) за одну тонну умовної забруднюючої речовини на момент перевірки, одиниць національної валюти/тонну;

$A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності і-ої забруднюючої речовини;

$K_m$  – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості;

$K_{z_i}$  – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту і-ою забруднюючою речовиною.

Безрозмірний показник відносної небезпеки і-ої забруднюючої речовини ( $A_i$ ) визначається із співвідношення за формулою (. .8):

$$A_i = \frac{1}{ГДК_i}, \quad (.8)$$

Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості ( $K_T$ ), залежить від чисельності жителів населеного пункту:

$$K_T = K_{HAC} \cdot K_\Phi, \quad (.9)$$

де  $K_{HAC}$  – коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів населеного пункту і визначається за таблицею .3;

$K\Phi$  - коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту і визначається за таблицею (4).

Таблиця .3 – Коефіцієнти відносної чисельності населення.

Чисельність населення, тис.чол.	$K_{HAC}$
До 100	1,00
100,1 – 250	1,20
250,1 – 500	1,35
500,1 – 1000	1,55
більше 1000	1,80

Таблиця . 4 – Коефіцієнти, що враховують народногосподарське значення населеного пункту.

Тип населеного пункту	$K_\phi$
I Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні центри, міста, селища районного підпорядкування) та села	1,00
II Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (обласні центри, міста обласного підпорядкування, великі промислові та транспортні вузли)	1,25
III Центри з перевагою рекреаційних функцій *	1,65

\* Якщо населений пункт одночасно має промислове та рекреаційне значення, застосовується коефіцієнт  $K_\phi = 1,65$ .

Коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту і-ю забруднюючою речовиною ( $K_{zi}$ ), визначається за формулою ( . 10):

$$K_{zi} = \frac{q}{ГДК_{ci}}, \quad (10)$$

де  $q$  – середньорічна концентрація і-ої забруднюючої речовини за даними прямих інструментальних вимірювань на стаціонарних постах за попередній рік, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_{ci}$  – середньодобова гранично допустима концентрація і-ої забруднюючої речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Висновок: Під час розрахунків було виявлено, що компанія в місці К. має лінійну залежність від часу. Зі збільшенням тривалості процесу маса, яка утворюється в результаті діяльності компанії, зростає рівномірно й прямо пропорційно часу.