

## Практичне заняття № 11

### Тема: Визначення категорії небезпечності промислових підприємств та комплексного індексу забруднення атмосфери

**Мета:** навчитися визначати категорії небезпечності промислових підприємств та комплексного індексу забруднення атмосфери. Показати важливість даної проблеми та її вплив на життєдіяльність людей, підвищувати активність щодо отримання глибоких знань з дисципліни, виховувати у здобувачів відповідальність за вибрану професію. Розвинути екологічне мислення, розвиток вмінь вибирати з наданої інформації основне та аналізувати почуте, самостійно опрацьовувати літературу з заданої тематики.

**Основні поняття:** категорія небезпечності, промислові підприємства, індекс забруднення атмосфери, якість навколишнього середовища.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, компоненти програмного забезпечення MS Office 365 (Teams, PowerPoint, Word, Excel), електронне освітнє середовище "Віртуальний університет"(на базі платформи Moodle).

#### План:

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми.

2. Контроль опорного рівня знань.

Контроль опорного рівня знань проводиться у вигляді фронтального опитування, питання для перевірки базових знань за темою заняття:

2.1. Відходи – це ...?

2.2. Видалення відходів – це ...?

2.3. Відновлення відходів – це ...?

2.4. Власник відходів – це ...?

2.5. Декларація про відходи – це ...?

2.6. Захоронення відходів – це ...?

2.7. Зберігання відходів – це ...?

2.8. Збирання відходів – це ...?

2.9. Зворотне заповнення – це ...?

2.10. Небезпечні відходи – це ...?

2.11. Полігон – це ...?

2.12. Послуга з управління побутовими відходами – це ...?

2.13. Рециклінг – це ...?

2.14. Суб'єкт господарювання у сфері управління відходами – це ...?

2.15. Управління відходами – це ...?

2.16. Основні цілі державної політики у сфері запобігання утворенню та управління відходами.

2.17. Основні принципами державної політики у сфері запобігання утворенню та управління відходами.

2.18. Ієрархія управління відходами.

2.19. Основні заходи щодо запобігання утворенню відходів.

2.20. Національний перелік відходів.

2.21. Перелік властивостей, що роблять відходи небезпечними.

2.22. Повноваження Кабінету Міністрів України у сфері управління відходами.

2.23. Повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища.

2.24. Повноваження центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері управління відходами.

2.25. Повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері житлово-комунального господарства, у сфері управління відходами.

2.26. Повноваження центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику із здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів.

2.27. Повноваження центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я, у сфері управління відходами

2.28. Повноваження Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської і Севастопольської міських державних адміністрацій у сфері управління відходами.

2.29. Повноваження органів місцевого самоврядування у сфері управління відходами.

3. Формування професійних вмінь та навичок.

***Теми доповідей:***

1) Базельська конвенція про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням (1989 р.)

2) Експорт небезпечних відходів.

3) Імпорт небезпечних відходів.

4) Транзит небезпечних відходів.

5) Державний облік, моніторинг та інформування у сфері поводження з відходами.

6) Комплекс заходів щодо вдосконалення проведення моніторингу довкілля та державного регулювання у сфері поводження з відходами в Україні.

### ***Теоретичні відомості***

Для визначення категорії небезпечності підприємств в залежності від маси викиду та складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу використовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

Категорію небезпечності підприємств (*КНП*) визначають за формулою:

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

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

$ГДК_{с.д.}$  – середньодобова гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини,  $мг/м^3$ ;

$n$  – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством в атмосферу;

$a_i$  – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості  $i$ -ої речовини зі шкідливістю сірчистого газу (табл. 1.)

Таблиця 1 – Безрозмірна константа  $\alpha_i$

| Константа  | Клас небезпечності речовин |     |     |     |
|------------|----------------------------|-----|-----|-----|
|            | 1                          | 2   | 3   | 4   |
| $\alpha_i$ | 1,7                        | 1,3 | 1,0 | 0,9 |

За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємств за категоріями небезпечності наведено в табл. 2

Таблиця 2 – Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

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

**Задача 1.** Визначити категорію небезпечності умовного промислового підприємства яке викидає в атмосферне повітря шкідливі речовини такі як: сірководень; оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки та виробничий пил.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, т/рік

|                    | Забруднюючі речовини |      |        |        |      |
|--------------------|----------------------|------|--------|--------|------|
|                    | $H_2S$               | $CO$ | $NO_2$ | $SO_2$ | Пил  |
| $M_i$              | 19,8                 | 4283 | 195    | 597    | 2171 |
| Клас небезпечності | 1                    | 4    | 2      | 3      | 4    |
| $ГДК_{сд}, мг/м^3$ | 0,005                | 3,0  | 0,04   | 0,05   | 0,15 |

Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, до складу якої входить задача 1., дані наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Вихідні дані для виконання задачі 1 (викиди забруднюючих речовин в атмосферу, т·рік<sup>-1</sup>)

| № варіанту                            | Назва забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу |       |        |        |      |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------|--------|--------|------|
|                                       | $H_2S$                                                  | $CO$  | $NO_2$ | $SO_2$ | Пил  |
| 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 <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup> | 0,35                                                    | 3,0   | 0,04   | 0,05   | 0,15 |

**Розв'язок:**

Визначаємо категорію небезпечності промислового підприємства за формулою (1):

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

$$= 1\,396\,072,9$$

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

**Задача 2.** Визначити комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА) сірководнем; оксидом вуглецю, діоксидом азоту, діоксидом сірки та виробничим пилом.

Вихідні дані для виконання розрахунків наведені в табл. 5.

Таблиця 5 – Середня концентрація забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу, мг/м<sup>3</sup>

| $C_{сер}$                             | Забруднюючі речовини |      |        |        |      |
|---------------------------------------|----------------------|------|--------|--------|------|
|                                       | $H_2S$               | $CO$ | $NO_2$ | $SO_2$ | Пил  |
|                                       | 0,004                | 1,8  | 0,03   | 0,035  | 0,22 |
| Клас небезпечності                    | 1                    | 4    | 2      | 3      | 4    |
| ГДК <sub>сд</sub> , мг/м <sup>3</sup> | 0,005                | 3,0  | 0,04   | 0,05   | 0,15 |

Зробити відповідні висновки.

Для виконання практичної роботи, до складу якої входить задача 2., дані беруть з таблиці 6.

**Теоретичні відомості**

Для оцінки стану повітряного середовища в цілому запропонований ряд комплексних показників забруднення атмосфери (сумісно з декількома забруднюючими речовинами). Найпоширенішим є комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Індеси забруднення атмосфери ( $I_i$ ) кількісно характеризують рівень забруднення атмосфери окремою домішкою (забруднююча речовина), що враховує різницю в швидкості зростання ступеня шкідливості речовин, приведеного до ступеня шкідливості діоксиду сірки, зі зростанням перевищення ГДК:

$$I_i = \left( \frac{C_{сер}}{ГДК_i} \right)^{a_i}, \quad (2)$$

де:  $I_i$  – одиничний індекс забруднення для  $i$ -ої речовини;

$C_{сер}$  – середня концентрація  $i$ -ої речовини в атмосферному повітрі;

$ГДК_{сд,i}$  – гранично допустима концентрація середньодобова для  $i$ -тої речовини;

$a_i$  – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості  $i$ -ої речовини до шкідливості діоксиду сірки, яка залежить від того, до якого класу небезпечності належить забруднююча речовина (табл. 1) .

Середнє арифметичне значення концентрації домішки – середньо-добові, середньомісячні, середньорічні, середні багаторічні концентрації забруднюючих речовин ( $c_i$ ), обчислені за сумарними даними стаціонарних, пересувних, підфакельних постів спостережень визначається за формулою:

$$c_{сер} = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{n}, \text{ м / м}^3, \quad (3)$$

де  $n$  — кількість разових концентрацій, які були визначені за відповідний період.

Усі нормовані речовини поділені на класи небезпечності (табл. 6).

Таблиця 6 – Класи небезпечності нормованих речовин

| Клас небезпечності | Ступінь небезпечності           | Величина ГДК, мг/м <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| I                  | Надзвичайно небезпечні речовини | $\leq 0,1$                      |
| II                 | Високонебезпечні речовини       | 0,1 – 1,0                       |
| III                | Помірhoneбезпечні речовини      | 1,0 – 10,0                      |
| IV                 | Малонебезпечні речовини         | $> 10,0$                        |

Комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА) – кількісна характеристика рівня забрудненості атмосфери, що створюється  $n$ -речовинами, які присутні в атмосферному повітрі. Його розраховують як суму нормованих за ГДК<sub>сд</sub> і приведених до концентрації діоксиду сірки середнього вмісту різних шкідливих речовин:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{c_{сер}}{ГДК_{сд.i}} \right)^{a_i}; \quad (4)$$

Таблиця 7 – Вихідні дані для виконання задачі 2

| № варіанту | Середня концентрація забруднюючих речовин |      |        |        |      |
|------------|-------------------------------------------|------|--------|--------|------|
|            | $H_2S$                                    | $CO$ | $NO_2$ | $SO_2$ | Пил  |
| 1          | 0,001                                     | 1,0  | 0,02   | 0,03   | 0,1  |
| 2          | 0,0012                                    | 1,1  | 0,021  | 0,031  | 0,12 |
| 3          | 0,0013                                    | 1,3  | 0,022  | 0,032  | 0,13 |
| 4          | 0,0014                                    | 1,5  | 0,023  | 0,033  | 0,14 |
| 5          | 0,0015                                    | 1,7  | 0,024  | 0,033  | 0,15 |
| 6          | 0,0016                                    | 1,9  | 0,025  | 0,035  | 0,16 |
| 7          | 0,0017                                    | 2,0  | 0,026  | 0,036  | 0,17 |
| 8          | 0,0018                                    | 2,1  | 0,027  | 0,037  | 0,18 |
| 9          | 0,0019                                    | 2,2  | 0,028  | 0,038  | 0,19 |
| 10         | 0,002                                     | 2,3  | 0,029  | 0,039  | 0,2  |
| 11         | 0,0021                                    | 2,5  | 0,03   | 0,04   | 0,21 |
| 12         | 0,0022                                    | 2,6  | 0,031  | 0,041  | 0,22 |
| 13         | 0,0023                                    | 2,7  | 0,032  | 0,042  | 0,11 |
| 14         | 0,0024                                    | 2,8  | 0,033  | 0,043  | 0,12 |
| 15         | 0,0025                                    | 2,9  | 0,034  | 0,044  | 0,13 |
| 16         | 0,0026                                    | 3,0  | 0,035  | 0,045  | 0,14 |
| 17         | 0,0027                                    | 3,1  | 0,036  | 0,046  | 0,15 |
| 18         | 0,0028                                    | 3,2  | 0,037  | 0,05   | 0,16 |
| 19         | 0,0029                                    | 3,3  | 0,039  | 0,048  | 0,19 |
| 20         | 0,003                                     | 3,4  | 0,04   | 0,049  | 0,11 |
| 21         | 0,0031                                    | 3,5  | 0,042  | 0,023  | 0,17 |
| 22         | 0,0032                                    | 3,6  | 0,043  | 0,023  | 0,16 |
| 23         | 0,0033                                    | 3,7  | 0,045  | 0,013  | 0,15 |
| 24         | 0,0034                                    | 3,8  | 0,049  | 0,022  | 0,14 |
| 25         | 0,0035                                    | 3,9  | 0,05   | 0,031  | 0,13 |
| 26         | 0,0036                                    | 4,0  | 0,052  | 0,032  | 0,12 |
| 27         | 0,0037                                    | 1,8  | 0,025  | 0,039  | 0,11 |
| 28         | 0,0038                                    | 1,6  | 0,024  | 0,037  | 0,1  |
| 29         | 0,0039                                    | 1,4  | 0,023  | 0,036  | 0,09 |
| 30         | 0,004                                     | 1,2  | 0,022  | 0,03   | 0,08 |

**Розв'язок**

Визначаємо КІЗА за формулою (4):

$$Y_n = \left( \frac{0,004}{0,005} \right)^{1,7} + \left( \frac{1,8}{3} \right)^{0,9} + \left( \frac{0,03}{0,04} \right)^{1,3} + \left( \frac{0,035}{0,05} \right)^1 + \left( \frac{0,22}{0,15} \right)^1 = 4,15$$

**Висновок.** Тільки індекс забруднення атмосфери пилом перевищує 1, що вказує на необхідність додаткової очистки викиду від пилу.

#### 4. Підбиття підсумків.

Коротке повідомлення про виконання запланованої мети, завдань заняття, аналіз розглянутих питань.

Мотивація діяльності групи та окремих здобувачів, оцінювання їхньої роботи.

#### 5. Список рекомендованої літератури (основна, додаткова, інформаційні ресурси):

Основна:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25 червня 1991 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.

2. Закон України «Про управління відходами» № 2320-IX від 20.06.2022 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>

3. ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій.

4. ДСТУ 3910-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій.

5. ДСТУ 2195-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін.

6. ДСТУ 3911-99 Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів та подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги.

7. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

8. Петровська М. Нормування якості довкілля: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 300 с.

9. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / Д.В. Кулікова, А.Г. Рудченко. Дніпро: Національний гірничий університет. 2018. 68 с.

10. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. Ленинград: Гидрометиздат, 1987. 93 с.

11. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

Додаткова:

1. Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Конспект лекцій. Житомир: ДАУ, 2005. 2005. 132 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
3. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т.М. Димань, Т.Г. Мазур. К: ВЦ «Академія», 2011. 520 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак. К: ВЦ «Центр учбової літератури», 2007. 200 с.
5. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник. 5-те вид., випр. і доп. К.: «Знання», 2007. 422 с.
6. Некос В.Ю., Максименко Н.В., Владимірова О.Г., Шевченко А.Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. 288 с.
7. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
8. Екологія та збалансоване природокористування: навч. посібник. Мальований М.С., Леськів Г.З. Херсон: ОДДІ-ПЛЮС, 2018. 316 с.
9. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник, Львів: Афіша, 2004. 272 с.
10. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ: Знання, 2007. 422 с.

Інформаційні ресурси:

1. Верховна Рада України. Розділ «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
2. Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України: сайт URL: <http://www.menr.gov.ua>.
3. БУДСТАНДАРТ – online сервіс для роботи з нормативними документами: сайт URL: <https://online.budstandart.com/ua/>
4. Цифрова платформа «Екотрансформація». URL: <https://ukraine-oss.com/persha-platforma-cervis-stalyh-rishen-dlya-biznesu-i-gromad-ekotransformacziya/>
5. Професійна Асоціація Екологів України. URL: <https://paeu.com.ua/>
6. Журнал «Екологічна безпека та природокористування». URL: <https://es-journal.in.ua/>
7. Журнал «Інтегровані технології та енергозбереження». URL: <http://ite.khpi.edu.ua/>