

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

## **ЕКОЛОГІЯ**

**Методичні рекомендації  
до практичних завдань  
для студентів усіх спеціальностей  
першого (бакалаврського) рівня**

**Харків  
ХНЕУ ім. С. Кузнеця  
2018**

УДК 574 (07.034)

Е 40

**Укладачі:** Є. О. Михайлова

Г. С. Попенко

Затверджено на засіданні кафедри природоохоронних технологій,  
екології та безпеки життєдіяльності.

Протокол № 9 від 23.03.2018 р.

*Самостійне електронне текстове мережеве видання*

**Екологія** [Електронний ресурс] : методичні рекомендації  
Е 40 до практичних завдань для студентів усіх спеціальностей першого  
(бакалаврського) рівня / уклад. Є. О. Михайлова, Г. С. Попенко. –  
Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 61 с.

Наведено методичні рекомендації та завдання до практичних занять  
для закріплення теоретичних знань і отримання практичних навичок з навчаль-  
ної дисципліни.

Рекомендовано для студентів усіх спеціальностей першого (бакалавр-  
ського) рівня.

**УДК 574 (07.034)**

© Харківський національний економічний  
університет імені Семена Кузнеця, 2018

## Вступ

У наш час екологія стає для всього людства не тільки наукою, але й способом мислення, поведінки та, навіть, світоглядом. Особливе значення набуває активізація застосування економічних методів запобігання та ліквідації забруднення і шкоди довкіллю. Для прийняття ефективних рішень спеціалісти різних економічних галузей повинні знати й розуміти механізми взаємодії в системі "суспільство – довкілля – техносфера", мати уяву про правові та технологічні складові екологічних проблем.

"Екологія" – це навчальна дисципліна, що вивчає сучасні екологічні проблеми, механізм впливу людської діяльності на стан довкілля, проводить аналіз основних джерел впливу на оточуюче природне середовище та першочергових вимог для його збереження, закладає в майбутніх спеціалістів основи екологічної культури. У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять та виконання практичних завдань.

Метою проведення практичних занять з навчальної дисципліни "Екологія" є застосування отриманих екологічних знань для визначення відповідності і результатів професійної діяльності вимогам щодо охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

У рамках проведення практичних занять передбачено детальний розгляд окремих теоретичних положень навчальної дисципліни на семінарах та практичне застосування теоретичного матеріалу шляхом індивідуального виконання розрахункових задач.

Практичне заняття включає проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення, розв'язування завдань із їх обговоренням, розв'язування контрольних завдань, їх перевірку та оцінювання. У ході практичних занять студент набуває професійних компетентностей та практичних навичок роботи з вирішення прикладних задач професійної діяльності шляхом індивідуального виконання розрахункових задач.

Під час підготовки до конкретного практичного заняття в межах виконання відповідного завдання студенти формують звіт за результатами розрахунків та готують доповідь і есе, які відповідають зазначеним викладачем вимогам, та захищають їх під час аудиторного заняття перед викладачем і аудиторією одногрупників.

# Тема 1. Предмет, метод, сутність і задачі екології

**Компетентність, що набуває студент за темою 1:** розуміння значення екологічних знань для практичної діяльності у сфері економіки.

## 1.1. Розрахункове завдання

### "Інженерне оцінювання стану навколишнього середовища за методом В. Г. Гмошинського"

Для прийняття обґрунтованих рішень під час оцінки економічної ефективності впровадження природоохоронних заходів на підприємствах та оцінки економічної шкоди, що підприємство завдає довкіллю та народному господарству, необхідно мати уявлення про стан навколишнього середовища на певній території. Оцінити стан навколишнього природного середовища абсолютно точно практично неможливо, тому що це вимагає колосальних витрат на збір і обробку статистичних даних про тип і кількість різних забруднювачів, їх поширення в просторі і в часі, їх вплив на людський організм і екосистеми. Тому дати характеристику стану середовища можна лише приблизно.

В. Г. Гмошинський запропонував методи якісного і кількісного оцінювання ступеня забруднення навколишнього середовища. Відповідно до цього методу спочатку слід проранжувати екологічні об'єкти щодо їх значимості для людини і визначити їх коефіцієнт зважування. Прикладом такої послідовності може служити наступний ряд екологічних об'єктів, які проранжовано за зменшенням їх значимості для людини (і – ранг об'єкта):

- 1) людина ( $i = 1$ );
- 2) домашні тварини та культурні рослини ( $i = 2$ );
- 3) промислові тварини та дикорослі рослини ( $i = 3$ );
- 4) домінуючі види біоценозу ( $i = 4$ );
- 5) нечисленні види рослин і тварин, нейтральних щодо господарської діяльності людини ( $i = 5$ ).

Коефіцієнт зважування, який враховує значущість кожного об'єкта, обчислюють шляхом експертної оцінки або за допомогою спеціально підібраної математичної функції. Для ранжирування екологічних об'єктів

краще застосувати один з методів експертної оцінки, оскільки він дозволяє відкоригувати положення кожного об'єкта в ранжированному ряді, що не завжди дає математична функція.

Для кількісної оцінки ступеня забруднення навколишнього середовища В. Г. Гмошинський запропонував коефіцієнт забруднення довкілля (Q), який визначається за формулою:

$$Q = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{N_j \cdot \varphi_j}{\Phi_j}}{\sum_{j=1}^m \varphi_j}, \quad (1.1)$$

де  $j$  – номер забруднювача в ранжированій послідовності;

$m$  – кількість забруднювачів;

$N_j$  – фактична кількість  $j$ -го забруднювача, мг/м<sup>3</sup>;

$\varphi_j$  – коефіцієнт зважування (значущості)  $j$ -го забруднювача, ч.о.;

$\Phi_j$  – фізіологічна норма  $j$ -го забруднювача, мг/м<sup>3</sup>.

Ранжирована послідовність відносного ступеня токсичності забруднювачів приведена в табл. 1.1, а оціночна шкала стану довкілля представлена в табл. 1.2.

Таблиця 1.1

### Відносний ступінь токсичності забруднювачів

№ ранжированої послідовності	Забруднювачі	Відносний ступінь токсичності
1	Пилогазові і рідинні забруднювачі, схильні до синергізму і не розкладаються природним шляхом	0,996
2	Пилогазові і рідинні забруднювачі, не схильні до синергізму і природно не розкладаються	0,992
3	Пилогазові і рідкізабруднювачі, схильні до синергізму і здатні самодовільно розкладатися	0,855
4	Одиночний стійкий (високотоксичний) забруднювач	0,692
5	Одиночний нестійкий високотоксичний забруднювач	0,468
6	Взаємно нейтралізуються при змішуванні забруднювачі	0,301

## Оціночна шкала стану довкілля

Коефіцієнт Q	Токсичність
Менше 1	Нешкідлива
1 ÷ 1,99	Мала
2 ÷ 2,99	Істотна
3 ÷ 3,99	Інтенсивна
4 ÷ 5	Вельми інтенсивна
Більше 5	Катастрофічна

**Завдання:** визначити коефіцієнт забруднення повітря і оцінити ступінь забруднення довкілля для трьох населених пунктів, розташованих поблизу підприємств хімічної промисловості. Вихідні дані для розрахунку представлені далі.

У табл. 1.3 наведені значення коефіцієнтів зважування і фізіологічні норми відповідних забруднювачів.

Таблиця 1.3

## Початкові дані

Данні	Бутифос	Нітрафен	Етил-бензол	Диметиламин	Нітрогену оксид (IV)	Ацетальдегід	Аміак
$\Phi_j$ , мг/м <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,020	0,050	0,085	0,010	0,15
$\varphi_j$ , ч.о	1,00	1,00	0,72	0,72	0,53	0,29	0,21

Значення фактична кількість j-го забруднювача в населених пунктах для різних варіантів розрахунку наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

## Фактичний вміст забруднювачів

№ варіанта	Бутифос	Нітрафен	Етил-бензол	Диметиламин	Нітрогену оксид (IV)	Ацетальдегід	Аміак
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Населений пункт № 1</b>							
1	0,041	0,023	0,033	0,070	0,132	0,015	0,170

Продовження табл. 1.4

1							
2	0,092	0,019	0,033	0,068	0,148	0,016	0,175
3	0,029	0,018	0,036	0,072	0,141	0,015	0,161
4	0,054	0,025	0,032	0,069	0,136	0,017	0,172
5	0,042	0,027	0,035	0,071	0,139	0,013	0,171
6	0,083	0,02	0,031	0,064	0,125	0,016	0,159
7	0,099	0,026	0,051	0,068	0,169	0,029	0,168
8	0,044	0,022	0,041	0,073	0,133	0,014	0,173
9	0,030	0,017	0,040	0,066	0,138	0,018	0,176
10	0,037	0,021	0,034	0,067	0,129	0,020	0,172
11	0,059	0,041	0,031	0,080	0,157	0,023	0,178
12	0,081	0,037	0,039	0,071	0,144	0,023	0,172
13	0,097	0,047	0,032	0,073	0,156	0,018	0,174
14	0,068	0,026	0,031	0,070	0,142	0,019	0,183
15	0,072	0,037	0,039	0,091	0,159	0,026	0,180
16	0,094	0,045	0,035	0,072	0,151	0,027	0,187
17	0,063	0,041	0,045	0,073	0,149	0,021	0,178
18	0,071	0,037	0,035	0,087	0,156	0,022	0,174
19	0,080	0,046	0,044	0,098	0,167	0,034	0,187
20	0,056	0,047	0,042	0,086	0,171	0,032	0,184
21	0,098	0,059	0,064	0,092	0,174	0,035	0,189
22	0,054	0,030	0,043	0,065	0,141	0,013	0,171
23	0,086	0,044	0,029	0,071	0,156	0,015	0,198
24	0,074	0,039	0,035	0,077	0,139	0,026	0,184
25	0,068	0,025	0,046	0,068	0,147	0,027	0,168
26	0,070	0,036	0,027	0,085	0,156	0,024	0,173
27	0,051	0,041	0,049	0,078	0,124	0,021	0,162
28	0,096	0,047	0,036	0,071	0,153	0,029	0,184
29	0,076	0,035	0,040	0,079	0,151	0,028	0,187
30	0,068	0,027	0,033	0,072	0,143	0,019	0,180
<b>Населений пункт № 2</b>							
1	0,072	0,059	0,049	0,092	0,171	0,038	0,194
2	0,067	0,023	0,024	0,059	0,132	0,010	0,160
3	0,066	0,014	0,019	0,051	0,132	0,015	0,162
4	0,084	0,033	0,048	0,087	0,159	0,036	0,195
5	0,084	0,061	0,063	0,095	0,171	0,043	0,171
6	0,041	0,035	0,034	0,068	0,136	0,017	0,177

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8
7	0,076	0,034	0,059	0,071	0,185	0,015	0,199
8	0,096	0,069	0,057	0,084	0,173	0,053	0,187
9	0,080	0,016	0,046	0,068	0,167	0,014	0,187
10	0,071	0,058	0,025	0,093	0,134	0,032	0,174
11	0,064	0,013	0,058	0,087	0,135	0,052	0,166
12	0,062	0,034	0,029	0,092	0,141	0,054	0,178
13	0,068	0,039	0,057	0,079	0,152	0,049	0,176
14	0,042	0,033	0,039	0,075	0,149	0,048	0,184
15	0,044	0,030	0,042	0,080	0,162	0,050	0,180
16	0,021	0,034	0,025	0,053	0,123	0,016	0,162
17	0,036	0,035	0,037	0,083	0,157	0,046	0,185
18	0,071	0,026	0,039	0,086	0,152	0,043	0,181
19	0,040	0,037	0,039	0,081	0,153	0,047	0,187
20	0,043	0,032	0,047	0,088	0,163	0,045	0,179
21	0,048	0,026	0,045	0,077	0,133	0,024	0,176
22	0,033	0,020	0,043	0,069	0,141	0,021	0,179
23	0,033	0,017	0,03	0,066	0,127	0,023	0,154
24	0,056	0,034	0,023	0,078	0,154	0,020	0,175
25	0,075	0,031	0,033	0,065	0,138	0,017	0,164
26	0,093	0,043	0,036	0,077	0,160	0,021	0,178
27	0,068	0,029	0,031	0,070	0,144	0,019	0,183
28	0,070	0,035	0,034	0,092	0,157	0,026	0,180
29	0,094	0,048	0,036	0,073	0,151	0,027	0,191
30	0,063	0,041	0,035	0,067	0,134	0,042	0,188
<b>Населений пункт № 3</b>							
1	0,052	0,069	0,029	0,072	0,151	0,048	0,174
2	0,057	0,034	0,064	0,069	0,172	0,020	0,186
3	0,086	0,064	0,029	0,083	0,152	0,045	0,172
4	0,094	0,023	0,058	0,067	0,149	0,036	0,165
5	0,054	0,060	0,035	0,095	0,141	0,043	0,171
6	0,041	0,035	0,064	0,068	0,136	0,047	0,183
7	0,076	0,064	0,029	0,071	0,185	0,015	0,169
8	0,046	0,067	0,027	0,054	0,153	0,019	0,183
9	0,078	0,056	0,026	0,078	0,147	0,044	0,168
10	0,071	0,038	0,057	0,093	0,134	0,032	0,174
11	0,054	0,026	0,043	0,064	0,175	0,022	0,156



1	2	3	4	5	6	7	8
12	0,062	0,054	0,039	0,062	0,181	0,024	0,171
13	0,048	0,019	0,037	0,099	0,132	0,059	0,156
14	0,032	0,053	0,029	0,095	0,139	0,068	0,174
15	0,022	0,019	0,055	0,055	0,141	0,017	0,152
16	0,021	0,054	0,035	0,074	0,168	0,045	0,162
17	0,073	0,056	0,037	0,063	0,157	0,036	0,155
18	0,051	0,046	0,029	0,076	0,142	0,063	0,151
19	0,063	0,027	0,049	0,061	0,143	0,056	0,167
20	0,049	0,042	0,067	0,058	0,183	0,065	0,179
21	0,058	0,036	0,065	0,057	0,153	0,044	0,186
22	0,043	0,030	0,063	0,079	0,151	0,021	0,169
23	0,025	0,039	0,023	0,046	0,117	0,043	0,172
24	0,046	0,054	0,013	0,098	0,134	0,040	0,165
25	0,096	0,061	0,073	0,088	0,178	0,067	0,189
26	0,073	0,063	0,026	0,086	0,162	0,031	0,168
27	0,078	0,049	0,031	0,050	0,124	0,029	0,173
28	0,049	0,025	0,054	0,072	0,147	0,036	0,160
29	0,074	0,058	0,036	0,063	0,141	0,047	0,181
30	0,053	0,031	0,065	0,047	0,154	0,032	0,168

У висновку вказати отримане значення коефіцієнта забруднення повітря і ступінь забруднення довкілля.

### Питання для самодіагностики за темою 1

1. Розкрийте сутність екології.
2. Предмет і задачі екології.
3. Історія розвитку екології.
4. Загальні закономірності організації біосфери та екосфери Землі.
5. Принципи збереження та охорони довкілля.
6. Методи досліджень, які застосовуються в екології.

**Література за темою 1:** основна [2; 4 – 6]; додаткова [11 – 13; 15; 18].

## Тема 2. Екосистемний рівень організації матерії

**Компетентність, що набуває студент за темою 2:** розуміння значення стану довкілля для економічної діяльності людини.

### 2.1. Розрахункове завдання "Розрахункові методи оцінки стану довкілля"

#### 2.1.1. Оцінка стану атмосферного повітря

*Якість атмосферного повітря – сукупність фізичних, хімічних і біологічних властивостей атмосферного повітря, що відображають ступінь його відповідності гігієнічним нормативам якості атмосферного повітря і екологічним нормативам якості атмосферного повітря.*

Для оцінки стану атмосферного повітря, а саме: ступеня забруднення атмосфери кількома речовинами, використовують комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА,  $L$ ).

*КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери, який враховує декілька домішок, являє собою суму концентрацій забруднюючих речовин у долях ГДК.* Визначається КІЗА за такою формулою:

$$L = \sum_{i=1}^I L_i = \sum_{i=1}^I \left( \frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}}_i \right)^{C_i} = \left( \frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}}_1 \right)^{C_1} + \left( \frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}}_2 \right)^{C_2} + \dots + \left( \frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}}_I \right)^{C_I}, \quad (2.1)$$

де  $L_i$  – індекс забруднення атмосфери  $i$ -ю речовиною;

$I$  – загальна кількість забруднюючих речовин у викиді;

$\bar{q}$  – середня концентрація  $i$ -ї речовини у викиді,  $\text{мг/м}^3$ ;

$\text{ГДК}_{\text{сд}}$  – середньодобова гранично допустима концентрація  $i$ -ї речовини в атмосферному повітрі населених пунктів,  $\text{мг/м}^3$ ;

$C_i$  – безрозмірна константа, яка дозволяє привести ступінь шкідливості  $i$ -ї речовини до шкідливості сульфурі оксиду (IV) ( $\text{SO}_2$ ).

Середню концентрацію забруднюючої речовини у викиді можна визначити за рівнянням 2.2:

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (2.2)$$

де  $q_i$  – концентрація забруднюючої речовини у відібраній пробі в даний момент часу, мг/м<sup>3</sup>;

$n$  – кількість зроблених відборів проб.

Розрахунок комплексного індексу забруднення атмосфери заснований на припущенні, що на рівні ГДК всі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, а при подальшому збільшенні концентрації ступінь їх шкідливості зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини.

*Клас небезпеки – показник, що характеризує ступінь небезпеки для людини речовин, що забруднюють атмосферне повітря.*

Речовини поділяються на такі класи небезпеки:

Таблиця 2.1

### Залежність константи $C_i$ від класу небезпеки речовини

Клас небезпеки		Ступінь шкідливості, $C_i$
1 клас	Надзвичайно небезпечні	1,7
2 клас	Високо небезпечні	1,3
3 клас	Помірно небезпечні	1
4 клас	Малонебезпечні	0,9

Сульфур оксид (IV) відноситься до 3-го класу небезпеки ( $C_i = 1$ ) і до нього приводиться шкідливість всіх речовин.

Залежно від значення КІЗА рівень забруднення повітря визначається наступним чином:

Таблиця 2.2

### Рівень забруднення атмосферного повітря залежно від КІЗА

Рівень забруднення повітря	Значення КІЗА, L
Низький	$\leq 5$
Підвищений	5 – 7
Високий	7 – 14
Дуже високий	$\geq 14$

**Завдання:** розрахувати показники якості атмосферного повітря протягом 1 кварталу поточного року.

Вихідні дані наведено в табл. 2.3 та в табл. 2.4.

Таблиця 2.3

**Середньодобові ГДК забруднюючих речовин у повітрі**

Забруднювачі	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Пил нетокс.
ГДК, мг/м <sup>3</sup>	0,05	0,04	0,15

Необхідно врахувати, що NO<sub>2</sub> відноситься до 2-го класу небезпеки, нетоксичний пил – до 3-го класу небезпеки.

Таблиця 2.4

**Концентрації забруднюючих речовин, які визначено в I кварталі поточного року**

№ варіанта	Забруднювачі	10.01	27.01	5.02	19.02	2.03	28.03
1	2	3	4	5	6	7	8
1	SO <sub>2</sub>	0,08	0,09	0,04	0,06	0,03	0,07
	NO <sub>2</sub>	0,13	0,2	0,19	0,16	0,09	0,13
	Пил нетокс.	0,64	0,57	0,61	0,65	0,79	0,89
2	SO <sub>2</sub>	0,09	0,1	0,05	0,05	0,02	0,01
	NO <sub>2</sub>	0,06	0,1	0,08	0,14	0,19	0,15
	Пил нетокс.	0,47	0,53	0,39	0,68	0,41	0,64
3	SO <sub>2</sub>	0,1	0,11	0,06	0,04	0,02	0,01
	NO <sub>2</sub>	0,12	0,16	0,15	0,09	0,12	0,15
	Пил нетокс.	0,38	0,46	0,34	0,38	0,46	0,52
4	SO <sub>2</sub>	0,09	0,08	0,03	0,04	0,02	0,05
	NO <sub>2</sub>	0,28	0,27	0,21	0,21	0,25	0,23
	Пил нетокс.	0,30	0,34	0,38	0,33	0,41	0,45
5	SO <sub>2</sub>	0,08	0,06	0,04	0,03	0,01	0,03
	NO <sub>2</sub>	0,19	0,21	0,16	0,16	0,20	0,18
	Пил нетокс.	0,1	0,18	0,22	0,29	0,26	0,34
6	SO <sub>2</sub>	0,12	0,1	0,08	0,06	0,05	0,07
	NO <sub>2</sub>	0,07	0,1	0,14	0,09	0,12	0,15
	Пил нетокс.	0,44	0,39	0,41	0,48	0,46	0,57
7	SO <sub>2</sub>	0,13	0,09	0,08	0,04	0,05	0,01
	NO <sub>2</sub>	0,21	0,23	0,18	0,26	0,27	0,31
	Пил нетокс.	0,18	0,17	0,14	0,21	0,29	0,37

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
8	SO <sub>2</sub>	0,18	0,13	0,15	0,1	0,08	0,05
	NO <sub>2</sub>	0,15	0,08	0,17	0,14	0,22	0,24
	Пил нетокс.	0,28	0,22	0,25	0,24	0,3	0,34
9	SO <sub>2</sub>	0,07	0,05	0,09	0,04	0,21	0,17
	NO <sub>2</sub>	0,11	0,15	0,14	0,17	0,22	0,3
	Пил нетокс.	0,32	0,3	0,34	0,37	0,46	0,41
10	SO <sub>2</sub>	0,1	0,08	0,12	0,14	0,24	0,21
	NO <sub>2</sub>	0,23	0,28	0,21	0,26	0,29	0,29
	Пил нетокс.	0,12	0,16	0,15	0,18	0,16	0,19
11	SO <sub>2</sub>	0,13	0,1	0,14	0,05	0,04	0,06
	NO <sub>2</sub>	0,15	0,14	0,15	0,19	0,18	0,22
	Пил нетокс.	0,43	0,48	0,46	0,41	0,49	0,56
12	SO <sub>2</sub>	0,19	0,16	0,14	0,1	0,11	0,07
	NO <sub>2</sub>	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,18
	Пил нетокс.	0,27	0,25	0,28	0,32	0,36	0,4
13	SO <sub>2</sub>	0,14	0,06	0,1	0,05	0,06	0,03
	NO <sub>2</sub>	0,17	0,15	0,19	0,16	0,18	0,24
	Пил нетокс.	0,31	0,3	0,31	0,38	0,36	0,43
14	SO <sub>2</sub>	0,03	0,01	0,06	0,08	0,02	0,07
	NO <sub>2</sub>	0,08	0,07	0,08	0,12	0,15	0,18
	Пил нетокс.	0,4	0,41	0,39	0,39	0,42	0,45
15	SO <sub>2</sub>	0,08	0,19	0,14	0,13	0,07	0,12
	NO <sub>2</sub>	0,16	0,18	0,17	0,20	0,24	0,25
	Пил нетокс.	0,21	0,26	0,25	0,22	0,19	0,18
16	SO <sub>2</sub>	0,13	0,2	0,17	0,11	0,09	0,16
	NO <sub>2</sub>	0,06	0,05	0,08	0,08	0,12	0,18
	Пил нетокс.	0,14	0,18	0,17	0,15	0,19	0,22
17	SO <sub>2</sub>	0,18	0,15	0,06	0,04	0,05	0,01
	NO <sub>2</sub>	0,07	0,06	0,08	0,1	0,08	0,19
	Пил нетокс.	0,21	0,26	0,24	0,23	0,28	0,3
18	SO <sub>2</sub>	0,05	0,08	0,13	0,09	0,13	0,25
	NO <sub>2</sub>	0,12	0,11	0,15	0,14	0,18	0,19
	Пил нетокс.	0,31	0,33	0,32	0,36	0,34	0,39
19	SO <sub>2</sub>	0,1	0,13	0,08	0,06	0,07	0,18
	NO <sub>2</sub>	0,19	0,22	0,25	0,21	0,27	0,30
	Пил нетокс.	0,17	0,16	0,18	0,19	0,22	0,21
20	SO <sub>2</sub>	0,21	0,14	0,19	0,12	0,14	0,16
	NO <sub>2</sub>	0,08	0,07	0,08	0,1	0,13	0,17
	Пил нетокс.	0,1	0,09	0,12	0,13	0,16	0,17

1	2	3	4	5	6	7	8
21	SO <sub>2</sub>	0,08	0,13	0,13	0,17	0,12	0,08
	NO <sub>2</sub>	0,1	0,08	0,09	0,13	0,18	0,17
	Пил нетокс.	0,35	0,32	0,31	0,34	0,37	0,44
22	SO <sub>2</sub>	0,11	0,09	0,1	0,14	0,07	0,05
	NO <sub>2</sub>	0,07	0,05	0,04	0,09	0,08	0,12
	Пил нетокс.	0,29	0,28	0,24	0,16	0,28	0,36
23	SO <sub>2</sub>	0,18	0,19	0,14	0,16	0,11	0,13
	NO <sub>2</sub>	0,08	0,07	0,09	0,08	0,14	0,18
	Пил нетокс.	0,39	0,4	0,31	0,25	0,43	0,48
24	SO <sub>2</sub>	0,06	0,08	0,06	0,1	0,09	0,05
	NO <sub>2</sub>	0,13	0,16	0,15	0,21	0,18	0,19
	Пил нетокс.	0,23	0,2	0,18	0,27	0,29	0,33
25	SO <sub>2</sub>	0,23	0,18	0,21	0,14	0,17	0,15
	NO <sub>2</sub>	0,06	0,09	0,07	0,08	0,12	0,14
	Пил нетокс.	0,37	0,40	0,31	0,43	0,45	0,52
26	SO <sub>2</sub>	0,17	0,16	0,2	0,14	0,19	0,13
	NO <sub>2</sub>	0,1	0,13	0,12	0,17	0,16	0,2
	Пил нетокс.	0,31	0,4	0,36	0,38	0,42	0,55
27	SO <sub>2</sub>	0,12	0,2	0,17	0,21	0,18	0,15
	NO <sub>2</sub>	0,15	0,18	0,15	0,23	0,21	0,19
	Пил нетокс.	0,42	0,34	0,29	0,46	0,57	0,38
28	SO <sub>2</sub>	0,19	0,18	0,22	0,16	0,21	0,15
	NO <sub>2</sub>	0,12	0,15	0,14	0,19	0,18	0,22
	Пил нетокс.	0,08	0,11	0,1	0,17	0,14	0,18
29	SO <sub>2</sub>	0,11	0,1	0,05	0,06	0,02	0,04
	NO <sub>2</sub>	0,3	0,29	0,23	0,24	0,27	0,25
	Пил нетокс.	0,38	0,34	0,39	0,43	0,41	0,48
30	SO <sub>2</sub>	0,12	0,1	0,14	0,09	0,26	0,23
	NO <sub>2</sub>	0,25	0,3	0,24	0,28	0,31	0,36
	Пил нетокс.	0,39	0,42	0,36	0,32	0,41	0,53

### 2.1.2. Оцінка якості поверхневих вод

*Якість води визначається її фізичним, хімічним і біологічними показниками, від яких залежить придатність води для того чи іншого її використання.*

Клас якості визначається за індексом забрудненості води (ІЗВ), який розраховувався як сума приведених до ГДК фактичних значень основних показників якості води за формулою 2.3:

$$ІЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (2.3)$$

де  $C_i$  – середня концентрація забруднюючого компонента (в ряді випадків – значення фізико-хімічного параметра компонента) за період спостережень (при гідрохімічних спостереженнях це значення за рік), мг/дм<sup>3</sup>;

ГДК<sub>*i*</sub> – гранично допустима концентрація для даного забруднювача для відповідного типу водного об'єкта, мг/дм<sup>3</sup>;

*n* – число показників, що використовуються для розрахунку.

Такими показниками, з досвіду гідрохімічного моніторингу водойм, нерідко бувають нітрати, нітроти, амонійний азот (у формі органічних і неорганічних амонійних сполук), важкі метали (мідь, марганець, кадмій та ін.), феноли, пестициди, нафтопродукти, СПАР. Для розрахунку ІЗВ показники вибираються незалежно від лімітуючої ознаки шкідливості, проте за однакової кількості наведених концентрацій. Перевага надається речовинам, які мають санітарно-токсикологічну ознаку шкідливості (як правило, такі речовини мають відносно більшу токсичність).

Залежно від отриманого ІЗВ водні об'єкти класифіковані за ступенем забруднення в такий спосіб:

Таблиця 2.5

### Класи якості вод залежно від значення індексу забруднення води

Класи якості води		Значення ІЗВ
I	Дуже чисті	до 0,2
II	Чисті	0,2 – 1,0
III	Помірно забруднені	1,0 – 2,0
IV	Забруднені	2,0 – 4,0
V	Брудні	4,0 – 6,0
VI	Дуже брудні	6,0 – 10,0
VII	Надзвичайно брудні	> 10,0

У гідрохімічній практиці використовується метод інтегральної оцінки якості води, за сукупністю, що знаходяться в ній, забруднюючих речовин і частоти їх виявлення. У даному випадку розраховують комбінаторний індекс забрудненості (КІЗ) за такою формулою:

$$КІЗ = \sum_{i=1}^n B_i, \quad (2.4)$$

де  $B_i$  – загальний оціночний бал для  $i$ -ї забруднюючої речовини водойми.

$$B_i = K_i \cdot H_i, \quad (2.5)$$

де  $K_i$  – бал кратності перевищення ГДК<sub>p</sub> для водойм рибогосподарського призначення;

$H_i$  – повторюваність випадків перевищення ГДК<sub>p</sub>.

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (2.6)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини у воді, мг/дм<sup>3</sup>;

ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини для водойм рибогосподарського призначення, мг/дм<sup>3</sup>.

$$H_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (2.7)$$

де  $N_{ГДК_i}$  – число випадків перевищення ГДК по  $i$ -ї забруднюючої речовини;

$N_i$  – загальне число спостережень за  $i$ -ю забруднюючою речовиною за рік.

Таким чином, формулу для розрахунку КІЗ в загальному вигляді можна представити так:

$$КІЗ = \sum_{i=1}^n B_i = \sum_{i=1}^n (K_i \cdot H_i) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \cdot \frac{N_{ГДК_i}}{N_i} \right) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_i}{ГДК_i} \cdot P_i \right), \quad (2.8)$$

де  $P_i$  – відсоток перевищення ГДК  $i$ -ї забруднюючої речовини за період спостережень, ч.о.



За величиною комбінаторного індексу забрудненості встановлюється клас забрудненості води:

Таблиця 2.6

### Класифікація забрудненості водою залежно від КІЗ

Клас забрудненості води	1	2	3	4	5
	Умовно чиста	Слабко забруднена	Забруднена	Брудна	Дуже брудна
Значення комбінаторного індексу забрудненості води	1	1 – 2	2,1 – 4	4,1 – 10	10

**Завдання:** визначити індекс забруднення (ІЗВ) і комбінаторний індекс забруднення води (КІЗ) за сумою інгредієнтів, які вказані далі.

Вихідні дані наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

### Вміст інгредієнтів у складі води

№ варіанта	Назва інгредієнта	Процент перевищення ГДК, %	Середня концентрація забруднюючої речовини у воді, мг/дм <sup>3</sup>	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
1	БПК <sub>5</sub>	9	0,75	3
	Амон. азот	54,81	0,48	0,39
	Залізо	71,85	0,29	0,5
	Нафтопродукти	84,5	0,31	0,05
2	БПК <sub>5</sub>	29,3	0,68	3
	Амон. азот	17,44	0,41	0,39
	Залізо	64,29	0,24	0,5
	Нафтопродукти	74,61	0,42	0,05
3	БПК <sub>5</sub>	32,07	2,78	3
	Амон. азот	48,92	0,36	0,39
	Залізо	62,13	0,35	0,5
	Нафтопродукти	73,81	0,11	0,05

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
4	БПК <sub>5</sub>	82,14	1,39	3
	Амон. азот	63,72	0,62	0,39
	Залізо	71,9	0,31	0,5
	Нафтопродукти	89,2	0,19	0,05
5	БПК <sub>5</sub>	37	0,55	3
	Амон. азот	58,94	0,50	0,39
	Залізо	89,02	0,46	0,5
	Нафтопродукти	64,89	0,28	0,05
6	БПК <sub>5</sub>	52,07	2,51	3
	Амон. азот	43,75	0,53	0,39
	Залізо	68,25	0,97	0,5
	Нафтопродукти	88,62	0,026	0,05
7	БПК <sub>5</sub>	69,24	7,85	3
	Амон. азот	43,62	0,37	0,39
	Залізо	39,25	0,54	0,5
	Нафтопродукти	48,66	0,41	0,05
8	БПК <sub>5</sub>	56,71	4,35	3
	Амон. азот	49,83	0,39	0,39
	Залізо	54,32	0,81	0,5
	Нафтопродукти	2,318	0,01	0,05
9	БПК <sub>5</sub>	47,32	3,16	3
	Амон. азот	17,89	0,22	0,39
	Залізо	16,46	0,27	0,5
	Нафтопродукти	38,46	0,17	0,05
10	БПК <sub>5</sub>	18,06	0,76	3
	Амон. азот	82,65	0,86	0,39
	Залізо	76,70	0,76	0,5
	Нафтопродукти	67,61	0,27	0,05
11	БПК <sub>5</sub>	42,75	3,11	3
	Амон. азот	21,15	0,30	0,39
	Залізо	37,58	0,76	0,5
	Нафтопродукти	17,68	0,02	0,05
12	БПК <sub>5</sub>	88,67	4,89	3
	Амон. азот	72,43	0,58	0,39
	Залізо	61,90	0,54	0,5
	Нафтопродукти	83,27	0,33	0,05

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
13	БПК <sub>5</sub>	48,29	1,98	3
	Амон. азот	26,13	0,36	0,39
	Залізо	37,14	0,18	0,5
	Нафтопродукти	42,85	0,19	0,05
14	БПК <sub>5</sub>	12,54	0,62	3
	Амон. азот	23,58	0,28	0,39
	Залізо	46,37	0,21	0,5
	Нафтопродукти	82,60	0,43	0,05
15	БПК <sub>5</sub>	9	0,75	3
	Амон. азот	17,44	0,41	0,39
	Залізо	62,13	0,35	0,5
	Нафтопродукти	89,2	0,19	0,05
16	БПК <sub>5</sub>	37	0,55	3
	Амон. азот	43,75	0,53	0,39
	Залізо	39,25	0,54	0,5
	Нафтопродукти	2,318	0,01	0,05
17	БПК <sub>5</sub>	47,32	3,16	3
	Амон. азот	82,65	0,86	0,39
	Залізо	37,58	0,76	0,5
	Нафтопродукти	83,27	0,33	0,05
18	БПК <sub>5</sub>	29,3	0,68	3
	Амон. азот	48,92	0,36	0,39
	Залізо	71,9	0,31	0,5
	Нафтопродукти	64,89	0,28	0,05
19	БПК <sub>5</sub>	52,07	2,51	3
	Амон. азот	43,62	0,37	0,39
	Залізо	54,32	0,81	0,5
	Нафтопродукти	38,46	0,12	0,05
20	БПК <sub>5</sub>	18,06	0,76	3
	Амон. азот	21,15	0,30	0,39
	Залізо	61,90	0,54	0,5
	Нафтопродукти	42,85	0,19	0,05
21	БПК <sub>5</sub>	32,07	2,78	3
	Амон. азот	63,72	0,62	0,39
	Залізо	89,02	0,46	0,5
	Нафтопродукти	88,62	0,026	0,05

Закінчення табл. 2.7

1	2	3	4	5
22	БПК <sub>5</sub>	82,14	1,39	3
	Амон. азот	58,94	0,50	0,39
	Залізо	68,25	0,97	0,5
	Нафтопродукти	48,66	0,41	0,05
23	БПК <sub>5</sub>	69,24	7,85	3
	Амон. азот	49,83	0,39	0,39
	Залізо	16,46	0,27	0,5
	Нафтопродукти	67,61	0,27	0,05
24	БПК <sub>5</sub>	12,54	0,62	3
	Амон. азот	26,13	0,36	0,39
	Залізо	61,90	0,54	0,5
	Нафтопродукти	67,61	0,27	0,05
25	БПК <sub>5</sub>	47,32	3,16	3
	Амон. азот	49,83	0,39	0,39
	Залізо	39,25	0,54	0,5
	Нафтопродукти	88,62	0,026	0,05
26	БПК <sub>5</sub>	37	0,55	3
	Амон. азот	63,72	0,62	0,39
	Залізо	62,13	0,35	0,5
	Нафтопродукти	74,61	0,42	0,05
27	БПК <sub>5</sub>	82,14	1,39	3
	Амон. азот	48,92	0,36	0,39
	Залізо	64,29	0,24	0,5
	Нафтопродукти	84,5	0,31	0,05
28	БПК <sub>5</sub>	56,71	4,35	3
	Амон. азот	17,89	0,26	0,39
	Залізо	76,70	0,76	0,5
	Нафтопродукти	17,68	0,03	0,05
29	БПК <sub>5</sub>	52,07	2,51	3
	Амон. азот	43,62	0,37	0,39
	Залізо	54,32	0,81	0,5
	Нафтопродукти	38,46	0,12	0,05
30	БПК <sub>5</sub>	82,14	1,39	3
	Амон. азот	43,75	0,53	0,39
	Залізо	39,25	0,54	0,5
	Нафтопродукти	2,318	0,06	0,05

У висновку після відповідних розрахунків треба визначити, до якої категорії можна віднести дані води згідно з класифікацією, що наведена вище.

## **2.2. Семінарське заняття "Функціонування сучасних екосистем"**

1. Антропогенний вплив на екосистеми.
2. Умови стабільності екосистем.
3. Енергія в екосистемах і біосфері.
4. Фактори, що впливають на демографічну ситуацію в Україні.
5. Механізми регуляції чисельності популяції.

### **Питання для самодіагностики за темою 2**

1. Основні середовища існування живих організмів.
2. Властивості природного середовища.
3. Поняття екологічних чинників та їх класифікація.
4. Наведіть приклади абіотичних, біотичних і антропогенних чинників.
5. Закон мінімуму (Лібиха) і закон лімітуючих чинників (Блехмана).
6. Закон толерантності Шелфорда.
7. Закони Коммонера.
8. Екологічні закони Д. Чираса.
9. Біогеохімічні принципи Вернадського – Бауера.
10. Сутність поняття "екосистема". Основні властивості екосистем.
11. Дайте визначення сукцесії.
12. Ефект сумації.
13. Піраміди біомас та енергій.
14. Живі та неживі компоненти екосистем.
15. Екологічна валентність.
16. Ієрархія екосистем.

**Література за темою 2:** основна [2; 4 – 6]; додаткова [11; 12; 15; 18].

## **Тема 3. Біосфера – глобальна екосистема Землі. Глобальні екологічні проблеми**

**Компетентність, що набуває студент за темою 3:** розуміння ролі та впливу діяльності людини на стан біосфери і зворотній процес.

### **3.1. Розрахункове завдання "Комплексна еколого-економічна оцінка природоохоронних та ресурсозберігаючих заходів"**

До природоохоронних і ресурсозберігаючих заходів відносять всі види господарської діяльності, направлені на зниження і ліквідацію негативно антропогенної дії на оточуюче природне середовище, збереження, поліпшення і раціональне використання природних ресурсів (будівництво і експлуатація очисних і знешкоджуючих споруд і пристроїв, розвиток мало- та безвідходних технологічних процесів і виробництв, рекультивация земель, заходи щодо боротьби з ерозією ґрунтів, з охорони і відтворення флори і фауни, охорони надр і раціонального використання мінеральних ресурсів і т. ін.).

Обґрунтування таких заходів проводиться шляхом зіставлення їх еколого-економічного результату (Р) з витратами, необхідними для їх здійснення (З). У загальному випадку чистий (народногосподарський) економічний ефект (Е) є підвищення середньорічного народногосподарського результату над приведеними витратами в річному численні.

*Економічна ефективність – це різниця між результатом заходу і витратами на нього:*

$$E = P - Z. \quad (3.1)$$

Еколого-економічний результат в цілому складається з природоохоронного і ресурсозберігаючого компонентів.

Природоохоронний компонент виражається величиною відвернутої шкоди від забруднення природного середовища і/або зниженням втрат природних ресурсів і є різницею між шкодою, що наноситься навколишньому середовищу до природоохоронного заходу, і шкодою середовищу після заходу.

Ресурсозберігаючий компонент визначається по-різному залежно від конкретної ситуації, може бути взагалі відсутній.

Еколого-економічний результат визначаємо як суму природоохоронного і ресурсозберігаючого компонентів згідно з формулою:

$$P = Y_{\text{відв}} + \Delta T, \quad (3.2)$$

де  $Y_{\text{відв}}$  – відвернена шкода;

$\Delta T$  – ресурсозберігаючий компонент.

**Завдання:** обґрунтувати доцільність виносу з міста дослідного заводу одного з науково-дослідних інститутів м. Харкова та визначити новий пункт його розміщення.

**Початкові дані:** дослідний завод розташований в центральній частині міста на площі  $S_0$  га. Згідно з каталогом перспективних майданчиків визначено 3 можливі пункти нового будівництва заводу:

1-й пункт – м. Богодухів;

2-й пункт – смт Н. Водолага;

3-й пункт – м. Мерефа.

Площа, що відводиться під будівництво, дорівнює  $S_i$  га. Всі землі сільськогосподарські. Річні приведені витрати на освоєння й обладнання території (водо-, тепло- й енергопостачання, будівництво під'їзних шляхів, очисних споруд тощо) складають, відповідно,  $Z_i$  тис. у.о.

Такий захід проводиться для зменшення забруднення середовища в м. Харкові і поліпшення умов праці працюючих, оскільки завод побудовано давно, практично немає очисних споруд, а умови роботи не відповідають сучасним вимогам. Тому подібний захід можна вважати засобом захисту середовища від забруднення.

У даному випадку ресурсозберігаючий компонент  $\Delta T$  полягає в тому, що вивільняється міська територія, природоохоронний – у зниженні рівня забруднення природного середовища, тому він дорівнює відвернутій шкоді.

Значення ресурсозберігаючого компонента  $\Delta T$  визначаємо як різницю економічної оцінки території, яку завод займає в м. Харкові, і вартості відведення нових ділянок під будівництво за формулою:

$$\Delta T = K_{\text{пит}} \cdot S_0 - K_i \cdot S_i, \quad (3.3)$$

де  $K_{\text{пит}}$  – питома економічна оцінка території м. Харкова залежно від зони, тис. у.о./га;

$K_i$  – втрати природно-цінних земель, відчужуваних для розміщення будівництва, тис. у.о./га.

Розподіл на зони крупних міст проводиться в частках середнього радіуса від географічного центру міста. Даний завод знаходиться в 2-й зоні.

Відвернута шкода розраховується як різниця між фактичною шкодою в Харкові та очікуваними шкодами в нових пунктах розміщення за формулою:

$$Y_{\text{відв},i} = Y_0 - Y_i, \quad (3.4)$$

де  $Y_{\text{відв},i}$  – відвернута шкода в  $i$ -му пункті розміщення заводу;

$Y_0$  – фактична шкода від забруднення середовища в м. Харкові;

$Y_i$  – очікувана шкода в  $i$ -му пункті розміщення заводу.

У найбільш поширеному випадку будь-яка шкода довкіллю, тобто в даному випадку і фактична, і очікувані шкоди в нових пунктах розміщення, обраховується за формулою:

$$Y = Y_{\text{пит}} \cdot F \cdot M, \quad (3.5)$$

де  $Y_{\text{пит}}$  – функціональний питоми показник шкоди, у.о./ум.т; показує у вартісному виразі величину шкоди навколишньому середовищу при викиді одиниці приведеної маси або об'ємі забруднень;

$F$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує характер розсіювання забруднюючих речовин (домішок), в атмосфері;

$M$  – приведена маса річного викиду забруднень, ум.т/рік.

Для спрощення розрахунків робимо припущення, що маса викидів заводу в Харкові і в нових варіантах однакова. На практиці звичайно під час здійснення подібних заходів ще удосконалюють технологію виробництва та очисні споруди у бік зменшення викидів.

Приведену масу річного викиду забруднень розраховуємо за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n A_j \cdot m_j, \quad (3.6)$$



де  $n$  – загальна кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу підприємством;

$A_j$  – показник відносної агресивності  $j$ -го забруднюючої речовини;

$m_j$  – маса річного викиду  $j$ -ї забруднюючої речовини, ум.т/рік.

Витрати на реалізацію запропонованих заходів визначають згідно з виразом:

$$Z = C + E_n \cdot K, \quad (3.7)$$

де  $C$  – експлуатаційні витрати;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K$  – обсяг капітальних вкладень.

Вихідні дані наведено в табл. 3.1 – табл. 3.4.

Таблиця 3.1

### Відносна агресивність забруднюючих речовин

Забруднюючі речовини	Пил неорг.	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
$A_j$	100	1225	83,2	1,0	22,0

Таблиця 3.2

### Питомі шкоди та коефіцієнт F

№ пункту	Населений пункт	$Y_{\text{пит}}$	$K_{\text{уд}}$	$K_i$	F
0	м. Харків	12	1110	–	3
1	м. Богодухів	0,216	–	6	3
2	смт Н. Водолага	0,288	–	8	3
3	м. Мерефа	0,456	–	9	3

**Маса річного викиду забруднюючих речовин заводу**

№ варіанта	Пил неорг.	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
1	8,90	0,004	0,09	5,42	0,0005
2	9,04	0,007	0,12	7,69	0,0013
3	13,06	0,005	0,08	4,98	0,0004
4	7,85	0,002	0,10	6,18	0,0018
5	10,76	0,006	0,07	5,96	0,0014
6	8,21	0,009	0,14	8,92	0,0019
7	12,5	0,007	0,11	9,03	0,0008
8	11,86	0,008	0,084	5,93	0,0004
9	7,80	0,003	0,095	8,06	0,0012
10	8,45	0,010	0,13	6,04	0,00078
11	9,78	0,0084	0,118	7,02	0,0008
12	12,07	0,014	0,16	8,90	0,0016
13	10,23	0,021	0,19	6,48	0,0054
14	16,94	0,006	0,18	10,31	0,0034
15	14,76	0,009	0,049	7,24	0,0028
16	9,05	0,002	0,082	3,98	0,0007
17	8,72	0,004	0,065	5,21	0,0024
18	13,86	0,003	0,076	9,04	0,0018
19	5,88	0,007	0,15	7,98	0,0009
20	11,46	0,009	0,11	12,32	0,0017
21	8,55	0,016	0,07	6,38	0,014
22	9,25	0,007	0,13	5,48	0,0017
23	10,56	0,003	0,18	8,06	0,0013
24	18,92	0,017	0,21	14,73	0,0018
25	11,23	0,006	0,19	12,34	0,0009
26	16,52	0,008	0,23	9,27	0,0015
27	9,48	0,009	0,20	11,56	0,003
28	14,93	0,013	0,17	8,92	0,004
29	12,86	0,007	0,13	6,95	0,0008
30	17,23	0,003	0,11	9,47	0,0013

## Розміри витрат та площ під будівництво

№ варіанта	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	З <sub>1</sub>	З <sub>2</sub>	З <sub>3</sub>
1	1,4	6	5	4	19,6	15,8	12,4
2	1,2	5	4	7	17,9	16,4	13,8
3	1,0	7	8	5	18,2	14,6	14,7
4	1,7	4	7	6	19,1	16,7	13,5
5	1,1	3	6	4,5	14,3	15,1	12,0
6	1,3	7	4	6	18,8	13,4	11,9
7	1,5	8	5	4	12,3	19,2	16,7
8	1,6	5	7	6	17,8	16,0	15,2
9	1,8	4	6	5	15,9	18,1	16,4
10	1,7	5	7	7	16,7	19,3	14,6
11	1,9	7	8	5	11,8	12,4	11,3
12	2,1	8	6	9	10,6	10,9	12,4
13	2,0	6	8	7	9,7	8,4	9,3
14	2,3	8	5	6	13,3	13,8	12,2
15	2,2	9	4	5	10,6	11,2	13,1
16	2,5	5	6	8	14,1	13,6	13,0
17	2,4	6	7	9	9,5	12,1	11,7
18	2,7	7	8	6	8,4	10,0	9,5
19	2,6	8	9	6	7,4	9,2	8,0
20	2,9	6	7	9	10,2	11,7	8,8
21	2,8	8	5	4	16,6	16,9	15,3
22	3,0	9	10	8	13,7	15,8	17,2
23	3,2	8	9	8	6,5	7,3	8,1
24	3,1	7	8	9	9,2	8,7	9,5
25	3,5	9	11	10	18,1	16,8	17,6
26	3,3	10	12	12	13,4	14,7	13,9
27	3,6	8	9	7	11,8	12,1	13,2
28	3,4	9	11	12	17,3	18,2	17,5
29	3,7	8	10	9	15,6	16,8	13,3
30	2,6	7	8	9	14,2	13,8	13,5

У висновку необхідно вказати вибраний варіант розміщення заводу і причини його вибору, тобто розмір економічного ефекту. Найдоцільнішим вважається захід, який має максимальну економічну ефективність.

## **3.2. Семінарське заняття "Оцінка сучасного стану біосфери"**

1. Межі біосфери і фактори, які обумовлюють ці кордони.
2. Біорізноманіття як умова стабільності будь-якої екосистеми.
3. Динаміка й еволюція біосфери.
4. Умови переходу біосфери в ноосферу.

### **Питання для самодіагностики за темою 3**

1. Визначення біосфери. Розміри та параметри біосфери.
2. Малий (біологічний) і великий (геологічний) кругообіг речовин.
3. Відмінності геологічного та біологічного кругообігів хімічних елементів та речовин.
4. Основні характеристики кругообігу вуглецю.
5. Основні характеристики кругообігу азоту.
6. Основні характеристики кругообігу сірки.
7. Основні характеристики кругообігу фосфору.
8. Перспективи розвитку людства в межах біосфери.
9. Ноосфера та сучасний стан природного середовища.
10. Стійкість екосистеми. Поріг стійкості біосфери.
11. Глобальні екологічні проблеми.

**Література за темою 3:** основна [2; 4 – 6]; додаткова [11; 12; 15; 18].

## **Тема 4. Антропогенний вплив на навколишнє середовище**

### **4.1. Розрахункове завдання "Оцінка ефективності водоохоронних заходів"**

**Компетентність, що набуває студент за темою 4:** визначення екологічних нормативів і вимог до діяльності людини.

Оцінка ефективності водоохоронних заходів провадиться шляхом зіставлення еколого-економічного результату (Р) та витрат на заходи (З) згідно з формулою 3.1 та формулою 3.7 розрахункового завдання 3.1.

Більшість водоохоронних заходів передбачає в першу чергу вдосконалення очистки стічних вод. У такому випадку природоохоронний компонент вираховується як відвернута шкода, бо ресурсозберігаючий компонент тут відсутній. Тоді:

$$P = Y_{\text{відв}} = Y_{\text{до}} - Y_{\text{після}} = Y_{\text{пит}} \cdot M_q, \quad (4.1)$$

де  $Y_{\text{пит}}$  – питомий регіональний показник шкоди для водних ресурсів – "ціна забруднення" водних ресурсів у тому або іншому районі на одиницю приведеної маси (умовна тонна) або приведенного об'єму (млн. м<sup>3</sup>) забруднень;

$M_q$  – приведена маса (приведений об'єм) забруднюючих речовин, що знімаються в результаті здійснення водоохоронного заходу, ум.т/рік. Це умовна величина, що дозволяє в порівняному вигляді (використовуючи нормативи ГДК) відобразити шкідливість різних забруднюючих інгредієнтів, що містяться в стічних водах.

$M_q$  обчислюється за наступним виразом:

$$M_q = \sum_{i=1}^n \frac{C'_i - C_i}{\text{ГДК}_i} \cdot V_q, \quad (4.2)$$

де  $C'_i$  і  $C_i$  – концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини в стічній воді відповідно до  $i$  після здійснення водоохоронного заходу, г/м<sup>3</sup>;

$\text{ГДК}_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини у водоймищі, г/м<sup>3</sup>;

$V_q$  – об'єм стічних вод, що очищаються, млн м<sup>3</sup>/рік;

$n$  – кількість забруднюючих речовин ( $i = 1, 2, 3 \dots, n$ ).

Питомий показник шкоди  $Y_{\text{пит}}$  на одиницю приведеної маси забруднень вибираємо згідно з даними табл. 4.1.

**Завдання:** обґрунтувати доцільність будівництва та експлуатації озонаторної установки для доочищення стічних вод фабрики трикотажного полотна від синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) та барвників.

Початкові дані для розрахунку ефективності будівництва установки наведено в табл. 4.2 і табл. 4.3.

Таблиця 4.1

## Питомі показники шкоди

№ № варіантів	Басейни рік	$Y_{\text{пит}}$ , у.о./т
1, 11, 21	Дніпро, гирло	5,64
2, 12, 22	Дністр, гирло	22,08
3, 13, 23	Дніпро в районі Києва	21,00
4, 14, 24	Дніпро, Каховський гідровузол	27,96
5, 15, 25	Дніпро (Дніпропетровська обл.)	11,88
6, 16, 26	Сіверський Донець, гирло	45,48
7, 17, 27	Десна, гирло	22,44
8, 18, 28	Південний Буг (Миколаїв)	10,92
9, 19, 29	Південний Буг (Хмельницький)	8,4
10, 20, 30	Південний Буг (Вінниця)	9,6

Таблиця 4.2

## Дані про забруднюючі речовини стічних вод фабрики

і	Забруднюючі речовини	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		26	19	11	23	28	18	21	30	12	25
		29	13	20	15	22	16	24	17	27	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
СПАР:											
1	Сінтанол ДС-10										
	$C_i'$	1,38	1,32	1,31	1,39	1,31	1,37	1,33	1,40	1,36	1,34
	$C_i$	0,27	0,25	0,18	0,15	0,17	0,20	0,23	0,21	0,26	0,22
	ГДК <sub>i</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	Діспергатор НД										
	$C_i'$	1,28	1,23	1,21	1,27	1,22	1,26	1,24	1,20	1,21	1,25
	$C_i$	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	ГДК <sub>i</sub>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
3	Миючий засіб "Новость"										
	$C_i'$	0,45	0,41	0,45	0,43	0,46	0,41	0,49	0,44	0,48	0,46
	$C_i$	0,02	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04
	ГДК <sub>i</sub>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Стеарокс										
	$C_i'$	0,83	0,81	0,78	0,85	0,82	0,83	0,85	0,79	0,80	0,84
	$C_i$	0,14	0,11	0,13	0,15	0,14	0,11	0,12	0,12	0,10	0,15
	ГДК <sub>i</sub>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Барвники:											
5	Прямі										
	$C_i'$	0,83	0,78	0,84	0,76	0,82	0,81	0,77	0,84	0,79	0,86
	$C_i$	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	ГДК <sub>i</sub>	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
6	Кубові:										
	$C_i'$	1,60	1,30	1,50	1,40	1,20	1,50	1,30	1,10	1,40	1,60
	$C_i$	0,14	0,10	0,12	0,11	0,09	0,13	0,10	0,08	0,13	0,12
	ГДК <sub>i</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
7	Дисперсні:										
	$C_i'$	1,30	1,10	1,20	1,15	1,25	1,60	1,30	1,40	1,50	1,35
	$C_i$	0,05	0,08	0,04	0,08	0,07	0,3	0,09	0,06	0,05	0,11
	ГДК <sub>i</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8	Активні										
	$C_i'$	1,30	1,10	1,20	1,15	1,25	1,60	1,30	1,40	1,50	1,35
	$C_i$	0,10	0,12	0,1	0,11	0,10	0,14	0,17	0,15	0,16	0,13
	ГДК <sub>i</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Таблиця 4.3

### Параметри будівництва

Варіанти	К, тис. у.о.	С, тис. у.о.	$V_q$ , млн м <sup>3</sup>	$E_H$
1	2	3	4	5
1	26	2,4	18	0,15
2	68	15,2	23	0,12
3	89	27,9	25	0,15
4	38	14,0	15	0,12
5	26	5,8	10	0,15
6	19	13,5	14	0,12
7	24	4,1	16	0,15
8	36	16,4	22	0,12

1	2	3	4	5
9	12	8,0	12	0,15
10	29	11,8	17	0,12
11	35	3,4	11	0,15
12	27	3,8	18	0,12
13	21	5,4	24	0,15
14	19	8,6	16	0,12
15	38	13,7	19	0,15
16	35	24,1	14	0,12
17	26	7,2	15	0,15
18	43	14,0	18	0,12
19	25	9,1	20	0,15
20	28	10,5	16	0,12
21	20	5,3	14	0,15
22	18	10,8	19	0,12
23	37	9,7	20	0,15
24	40	14,5	18	0,12
25	44	15,6	22	0,15
26	38	14,3	15	0,12
27	23	11,9	8	0,15
28	24	13,7	19	0,12
29	35	10,9	24	0,15
30	36	13,7	28	0,12

Висновок: витрати на будівництво та експлуатацію озонаторної установки цілком компенсуються (або не компенсуються) відвернутою шкодою та не є збитковими.

## **4.2. Семінарське заняття**

### **"Стан забруднення довкілля в Україні"**

1. Комплексна дія різних видів забруднення.
2. Відмінності стану довкілля в різних регіонах України.
3. Проблема використання атомної енергії на АЕС – переваги та недоліки.
4. Переваги та недоліки Кіотського протоколу та Паризької угоди.



5. Назвіть вигоди, які може отримувати Україна від виконання вимог Кіотського протоколу.

#### **Питання для самодіагностики за темою 4**

1. Визначення понять забруднення та забруднювача навколишнього природного середовища.
2. Джерела надходження забруднювачів у довкілля.
3. Визначення екологічного навантаження. Допустима антропогенна дія на екосистему.
4. Основні джерела забруднення атмосфери.
5. Основні джерела забруднення гідросфери.
6. Основні джерела забруднення ґрунтів.
7. Коротка характеристика парникового ефекту.
8. Кислотні дощі.
9. Проблема виснаження озонового шару.
10. Стан забруднення довкілля в Україні.

**Література за темою 4:** основна [2; 4 – 6]; додаткова [7; 10; 11; 14; 21; 22].

### **Тема 5. Економічні механізми охорони природного середовища та раціонального природокористування**

**Компетентність, що набуває студент за темою 5:** усвідомлення необхідності раціонального природокористування.

#### **5.1. Розрахункове завдання**

##### **"Розрахунок економічної шкоди для підприємства від забруднення довкілля викидами та відходами його виробництва"**

Економічна шкода може бути двох видів:

- фактична, тобто нанесена в теперішній час;
- очікувана, тобто така, яка може мати місце у прогнозованому періоді часу, під час розвитку підприємства або галузі.

Економічна шкода, спричинена підприємству його шкідливими викидами та відходами, складається із кількох видів локальної шкоди та визначається за формулою:

$$Y = Y_{\text{вик}} + Y_{\text{відх}} + Y_{\text{ф}} + Y_{\text{к}} + Y_{\text{здр}} + Y_{\text{зах}} + Y_{\text{інш}}, \quad (5.1)$$

де  $Y_{\text{вик}}$  – шкода від втрат сировини з викидами;

$Y_{\text{відх}}$  – втрати сировини з відходами виробництва;

$Y_{\text{ф}}$  – шкода основним виробничим фондам від шкідливих викидів, яка складається з витрат на захист від корозії, на поточний та капітальний ремонт, що викликані дією викидів тощо;

$Y_{\text{к}}$  – втрати від підвищеної плинності кадрів внаслідок поганих умов праці;

$Y_{\text{здр}}$  – втрати від підвищеної захворюваності працюючих, куди відносять також витрати на утримання медчастини й оплату лікарняних і втрати від зниження випуску продукції внаслідок хвороб;

$Y_{\text{зах}}$  – витрати на організацію санітарно-захисної зони;

$Y_{\text{інш}}$  – шкоди іншим хазяйствам підприємства.

Розглянемо детальніше втрати підприємства від плинності кадрів внаслідок незадовільних умов праці.

Шкода, заподіяна плинністю кадрів внаслідок незадовільних умов праці, складається з таких величин:

$$Y_{\text{к}} = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{навч}} + Y_{\text{підг}}, \quad (5.2)$$

де  $Y_{\text{пр}}$  – шкода внаслідок недоодержання продукції протягом двох місяців у працівників, які вирішили залишити роботу, а також у щойно прийнятих на роботу;

$Y_{\text{навч}}$ ,  $Y_{\text{підг}}$  – витрати, пов'язані, відповідно, з навчанням кадрів й організаційною роботою з прийому кадрів.

Шкода, яку викликає недоодержання продукції, дорівнює:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{A}{D} \cdot K_{\tau} \cdot N \cdot \tau, \quad (5.3)$$

де  $A$  – річний обсяг продукції, тис. грн;

$D$  – кількість людино-днів, відпрацьованих за рік;

$K_{\tau}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності праці;

$N$  – кількість працівників, які звільнилися через незадовільні умови праці, особи;

$\tau$  – тривалість навчання нових працівників замість тих, що звільнилися через незадовільні умови праці (80 – 120 днів).

Витрати на навчання кадрів визначаються таким чином:

$$Y_{\text{навч}} = (Z_{\text{уч}} \cdot \tau' + B_{\text{наст}}) \cdot N - A', \quad (5.4)$$

де  $Z_{\text{уч}}$  – середньомісячна зарплатня учня, грн/міс.;

$\tau'$  – тривалість навчання, міс.;

$B_{\text{наст}}$  – витрати наставника на навчання одного учня на рік, грн;

$N$  – кількість прийнятих учнів (дорівнює кількості звільнених через незадовільні умови праці);

$A'$  – обсяг продукції, яку випускають учні, грн.

Витрати, пов'язані з прийомом на роботу, складають:

$$Y_{\text{підг}} = Z \cdot K_3, \quad (5.5)$$

де  $Z$  – річний фонд зарплатні працівника з підготовки кадрів, грн;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує долю зарплатні, пов'язану з прийомом нових робітників замість тих, які звільнилися через незадовільні умови праці.

$$K_3 = \frac{N}{N_0}, \quad (5.6)$$

де  $N$  – кількість звільнених через незадовільні умови праці протягом року, особи;

$N_0$  – загальна кількість звільнених за рік, особи.

**Завдання:** визначити шкоду для підприємства, яка визиває плинність кадрів через незадовільні умови праці.

Початкові дані для розрахунку наведено в табл. 5.1 і табл. 5.2.

## Динаміка чисельності працівників

№ варіанта	Кількість відпрацьованих днів за рік	Кількість працівників	$K_{\tau}$	$N_0$	N	$\tau$
1	330	90	0,9	8	6	90
2	330	130	0,9	23	19	80
3	660	150	0,9	24	21	120
4	330	320	0,9	46	38	90
5	330	280	0,9	51	43	80
6	660	450	0,95	68	61	120
7	330	590	0,9	84	76	90
8	330	620	0,9	102	93	80
9	660	270	0,9	48	41	120
10	330	160	0,9	26	20	90
11	330	800	0,9	137	124	80
12	660	540	0,9	95	88	120
13	330	380	0,9	59	47	90
14	330	420	0,95	83	75	80
15	660	910	0,9	158	144	120
16	330	1 100	0,9	184	172	90
17	330	900	0,9	146	135	80
18	660	370	0,85	52	39	120
19	330	600	0,9	103	89	90
20	330	730	0,9	119	107	80
21	330	580	0,9	94	78	120
22	660	430	0,8	87	68	90
23	660	350	0,9	48	32	80
24	330	760	0,9	125	108	120
25	330	1 300	0,9	203	186	90
26	660	820	0,95	134	114	90
27	330	290	0,9	56	44	80
28	330	470	0,9	92	78	120
29	660	840	0,9	142	137	90
30	330	950	0,85	143	127	80

## Параметри виробництва

№ варіанта	A	З <sub>уч</sub>	В <sub>наст</sub>	A'	З
1	1 000	30	20	2 000	1 200
2	1 800	25	20	2 700	1 440
3	3 400	40	15	4 800	1 680
4	4 500	35	24	3 200	1 800
5	4 100	25	30	2 300	1 560
6	6 100	30	28	4 500	1 440
7	7 900	35	23	5 400	1 680
8	8 400	40	20	4 900	1 440
9	3 700	25	26	1 900	1 560
10	2 100	30	20	3 500	900
11	10 600	35	25	6 700	1 560
12	7 300	40	20	5 100	1 440
13	5 000	25	24	4 000	1 380
14	5 400	30	18	3 900	1 560
15	12 500	35	30	5 100	1 320
16	14 600	40	45	8 000	1 200
17	12 000	25	18	6 400	1 440
18	5 700	30	28	3 400	1 380
19	8 000	35	25	5 800	1 140
20	9 600	40	30	6 300	1 260
21	7 800	55	28	4 300	1 440
22	5 600	25	20	2 800	1 080
23	4 750	30	25	1 900	1 380
24	10 200	35	30	4 300	1 260
25	17 500	40	50	6 200	1 560
26	10 900	25	35	3 700	1 200
27	3 300	30	25	1 700	1 260
28	6 100	35	30	3 700	1 380
29	11 500	55	40	4 800	1 440
30	12 700	50	25	5 200	1 560

## **5.2. Семінарське заняття**

### **"Основні елементи економічного механізму регулювання охорони довкілля та природокористування"**

1. Результативність методів економічного регулювання природоохоронної діяльності на рівнях підприємства, регіону, держави.
2. Роль екологічних платежів в економіці розвинутих країн.
3. Система екологічних платежів в Україні та її дієвість.
4. Запропонуйте додаткові методи економічного стимулювання природоохоронної діяльності.
5. Штрафні санкції за забруднення навколишнього середовища і нерациональне використання природних ресурсів.

#### **Питання для самодіагностики за темою 5**

1. Поняття природних умов.
2. Поняття природокористування та раціонального природокористування.
3. Поняття та класифікація природних ресурсів.
4. Ресурсний цикл як антропогенний кругообіг речовин.
5. Принципи раціонального природокористування.
6. Класифікація відходів.
7. Мало- та безвідходні технології.
8. Основні принципи створення безвідходних технологій.
9. Методи управління природоохоронною діяльністю.
10. Сутність економічних механізмів охорони довкілля.
11. Оцінка ефективності заходів з охорони навколишнього природного середовища.
12. Основні елементи економічного механізму регулювання охорони навколишнього природного середовища та раціонального природокористування.

**Література за темою 5:** основна [1 – 6]; додаткова [7; 8; 11 – 13; 16; 19 – 22].

## Тема 6. Екологічна безпека та екологічні ризики

**Компетентність, що набуває студент за темою 6:** визначення правових засад і методів отримання і використання екологічної інформації.

### 6.1. Розрахункове завдання

#### "Визначення граничнодопустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин із окремих джерел"

##### 6.1.1. Розрахунок граничнодопустимого викиду (ГДВ)

Граничнодопустимий викид є науково-технічним нормативом, який встановлюється для кожного окремого джерела забруднення атмосфери за умови, що викиди шкідливих речовин із даного джерела та всієї сукупності джерел міста або іншого населеного пункту з урахуванням їх розсіювання в атмосфері та перспектив розвитку підприємств не створять приземних концентрацій, які перевищують встановлені нормативи якості повітря (ГДК). Цей норматив включено в показники звітності підприємств і за його перевищення воно має платити відповідні штрафи. Під час визначення ГДВ враховується ГДК забруднювачів, що викидаються. Дані ГДК найбільш поширених забруднюючих наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

#### ГДК шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів

Речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	
	Максимальна разова	Середньодобова
Нітрогену оксид (IV) NO <sub>2</sub>	0,085	0,085
Аміак NH <sub>3</sub>	0,2	0,2
Бензин (нафтовий, в перерахунку на С)	5	1,5
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Сажа (кіпоть)	0,15	0,05
Карбону оксид (IV) CO <sub>2</sub>	3	1
Сульфуру оксид (IV) SO <sub>2</sub>	0,5	0,05

Норматив ГДВ розраховують для кожної окремої забруднюючої, речовини, яку викидають з пилогазоповітряною сумішшю.

Розрахунок дозволяє визначити величину ГДВ шкідливої речовини з окремого джерела через задану висоту димової труби та фонову концентрацію даної шкідливої речовини у приземному шарі повітря:

$$ГДВ_i = \frac{(ГДК_i - C_{\phi i}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{v_1 \cdot \Delta t}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \varphi}, \quad (6.1)$$

де ГДВ<sub>i</sub> – граничнодопустимий викид і-ої забруднюючої речовини, г/с;

ГДК<sub>i</sub> – граничнодопустима (максимальна разова) концентрація і-ої забруднюючої речовини у приземному шарі повітря, мг/м<sup>3</sup>;

C<sub>φi</sub> – фонові концентрації і-ої забруднюючої речовини, тобто концентрації забруднюючої речовини внаслідок природних причин у приземному шарі повітря, мг/м<sup>3</sup>;

H – висота джерела викиду (димової труби), м;

v<sub>1</sub> – об'ємна швидкість газу, м<sup>3</sup>/с.

$$v_1 = \frac{Q}{3600}, \quad (6.2)$$

де Q – середня кількість газів, що викидаються, м<sup>3</sup>/год.;

$$\Delta t = t_r - t_n, \quad (6.3)$$

де t<sub>r</sub> – температура газу, що викидається, °С;

t<sub>n</sub> – температура навколишнього повітря, °С;

A – коефіцієнт, що визначає умови розсіювання домішок в залежності від географічного регіону, с<sup>2/3</sup> · град<sup>1/3</sup> · мг/г. (A = 240, 200, 160, 120). Для України прийняти A = 160;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднень:

F = 1 – для газоподібних забруднюючих речовин та тонкодисперсного пилу;

F = 2 – для крупнодисперсного пилу та коефіцієнту корисної дії (ККД) очистки ≥ 90 %;

F = 2,5 – для крупнодисперсного пилу та ККД = 75 ÷ 90 %;

F = 3 – за відсутності очистки або ККД < 75 %, а також при наявності водяної пари.

Прийняти F = 1, оскільки викидають газ та тонкодисперсні пил або сажу.



$m$ ,  $n$  – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу суміші з гирла джерела викиду, відповідно розраховуються за формулами:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (6.4)$$

причому  $f$  обчислюється за виразом:

$$f = \frac{1000 \cdot w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta t}, \quad (6.5)$$

де  $D$  – діаметр гирла джерела викиду, м;

$w_0$  – середня швидкість виходу пилогазоповітряної суміші з гирла джерела викиду, яка обчислюється за формулою:

$$w_0 = \frac{4 \cdot v_1}{\pi \cdot D^2}, \quad (6.6)$$

Коефіцієнт  $n$  є функцією величини  $v_\mu$ , яка дорівнює:

$$v_\mu = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{v_1 \cdot \Delta t}{H}}. \quad (6.7)$$

Якщо  $v_\mu \leq 0,3$ , тоді  $n = 3$ .

За умови  $0,3 < v_\mu \leq 2$ , то  $n = 3 - \sqrt{(v_\mu - 0,3) \cdot (4,36 - v_\mu)}$ .

За умови  $v_\mu > 2$ , то  $n = 1$ .

$\varphi$  – безрозмірний коефіцієнт, що характеризує вплив рельєфу місцевості ( $\varphi = 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4$ ). Прийняти  $\varphi = 1$  для випадку, коли в радіусі  $R = 50$  м від джерела викиду перепад висоти місцевості не перевищує 50 м на 1 км відстані.

### 6.1.2. Розрахунок системи пилогазоуловлювання

У випадку, якщо з якої-небудь причини трапились зміни у технологічному процесі та внаслідок цього змінюються число та кількість викидів забруднюючих речовин, треба зробити перерахунок ГДВ кожної забруднюючої речовини. Після цього необхідно визначити, чи придатна

існуюча на підприємстві система очищення газів або її необхідно вдосконалити відносно якої-небудь забруднюючої речовини. Такий аналіз проводиться в два етапи наступним чином.

1. Визначають початкову запыленість або концентрацію газоподібних забруднюючих речовин у викидних газах для кожної забруднюючої речовини за формулою ( $Z_{\text{поч}}$ , г/м<sup>3</sup>):

$$Z_{\text{поч}} = 1000 \cdot \frac{q_i}{Q}, \quad (6.8)$$

де  $q_i$  – середня кількість  $i$ -ої забруднюючої речовини, яку викидають, кг/год.;  
 $Q$  – середня кількість газів, які викидають, м<sup>3</sup>/год.

2. Визначають вимоги до концентрації шкідливих речовин на виході системи пилогазовловлювання з урахуванням ГДВ (допустима концентрація для кожної забруднюючої речовини), ( $Z_{\text{доп}}$ , г/м<sup>3</sup>):

$$Z_{\text{доп}} = 3600 \cdot \frac{\text{ГДВ}_i}{Q}, \quad (6.9)$$

де  $\text{ГДВ}_i$  – граничнодопустимий викид  $i$ -ої забруднюючої речовини (визначається за вищенаведеною методикою).

Якщо  $Z_{\text{доп}} < Z_{\text{нач}}$ , то необхідне очищення газів від цієї забруднюючої речовини. За подібними розрахунками здійснюється підбір апаратів для очищення газів, що викидають із цього джерела.

**Завдання:** розрахувати граничнодопустимий викид для декотрих забруднюючих речовин, які викидаються у складі ваграночних газів ливарного виробництва. Визначити, чи потрібне додаткове очищення газу для відповідної забруднюючої речовини чи ні.

Для розрахунку треба вибирати  $q_1$  та  $q_2$ , відповідно, для забруднювачів, згідно з табл. 6.2.

Дані з фонові концентрації забруднювачів і температури зовнішнього повітря представлено в табл. 6.3.

Температура зовнішнього атмосферного повітря  $t_n$  прийнята згідно з середньою температурою зовнішнього повітря в 13 годин найжаркішого місяця року, що наведена в ДСТУ "Будівельна кліматологія та геофізика". Наведену величину фонові концентрації прийняти для всіх інгредієнтів.

Початкові дані для розрахунку наведено в табл. 6.4.

Таблиця 6.2

### Комбінації забруднювачів за варіантами

Варіанти	Забруднювач № 1	Забруднювач № 2
1, 7, 13, 19, 25	пил	сульфуру оксид (IV) SO <sub>2</sub>
2, 8, 14, 20, 26	попіл	сульфуру оксид (IV) SO <sub>2</sub>
3, 9, 15, 21, 27	карбону оксид (IV) CO <sub>2</sub>	сульфуру оксид (IV) SO <sub>2</sub>
4, 10, 16, 22, 28	пил	карбону оксид (IV) CO <sub>2</sub>
5, 11, 17, 23, 29	попіл	карбону оксид (IV) CO <sub>2</sub>
6, 12, 18, 24, 30	пил	попіл

Таблиця 6.3

### Фонова концентрація та температура зовнішнього повітря

Варіант	C <sub>ф</sub> , мг/м <sup>3</sup>	t <sub>п</sub> , °C	Місцевість
1, 8, 15, 22	0	20,7	Закарпатська область, Україна
2, 9, 16, 23, 29	0,001	25,1	Харківська область, Україна
3, 10, 17, 24	0,002	18,6	Західні Карпати, Україна
4, 11, 18, 25	0,003	19,2	Східні Карпати, Україна
5, 12, 19, 26	0,01	21,5	Львівська область, Україна
6, 13, 20, 27	0,001	22,1	Тернопільська область, Україна
7, 14, 21, 28, 30	0	29	Херсонська область, Україна

Таблиця 6.4

### Початкові дані

Варіант	Q, м <sup>3</sup> /год	H, м	D, м	t <sub>r</sub> , °C	q <sub>1</sub> , кг/год	q <sub>2</sub> , кг/год
1	2	3	4	5	6	7
1	2 400	15	0,4	150	18	4
2	3 100	16	0,35	160	27	6
3	7 500	20	0,45	180	120	31
4	4 800	17	0,3	170	39	12
5	2 800	16	0,3	170	15	4
6	3 800	18	0,4	190	34	8

1	2	3	4	5	6	7
7	6 900	20	0,45	180	136	13
8	5 400	17	0,3	150	46	9
9	4 200	18	0,35	160	19	6
10	5 500	20	0,4	170	31	14
11	6 300	25	0,45	180	47	11
12	4 000	18	0,35	140	26	9
13	5 100	17	0,4	150	30	14
14	7 200	25	0,45	180	48	15
15	6 900	20	0,35	150	35	18
16	4 900	17	0,3	140	26	8
17	5 700	16	0,35	150	75	10
18	6 400	18	0,4	170	86	13
19	3 200	16	0,3	150	32	16
20	2 900	15	0,35	170	25	10
21	4 700	18	0,4	180	41	18
22	5 600	20	0,45	170	53	21
23	6 700	25	0,4	160	67	25
24	7 400	24	0,35	180	56	23
25	8 300	30	0,45	170	47	19
26	3 800	25	0,4	180	31	11
27	4 000	22	0,3	150	27	14
28	5 200	20	0,35	160	37	16
29	7 100	18	0,4	170	45	24
30	6 800	20	0,45	150	39	21

Після виконання даної розрахункової задачі у висновку треба вказати отримані значення ГДК для обох компонентів, а також потрібне чи ні додаткове очищення для кожного компонента.

## 6.2. Семінарське заняття

### "Екологічна безпека – складова національної безпеки держави"

1. Зростання ролі екологічної безпеки в житті суспільства.
2. Стан забезпечення екологічної безпеки в Україні на державному і регіональному рівні.

3. Міжнародні та правові механізми забезпечення екологічної безпеки.
4. Методи визначення екологічних ризиків.

### **Питання для самодіагностики за темою 6**

1. Основні поняття екологічної безпеки.
2. Види, джерела й наслідки екологічної небезпеки.
3. Екологічні ситуації. Надзвичайні екологічні ситуації.
4. Природні фактори виникнення несприятливих екологічних ситуацій.
5. Антропогенні фактори виникнення несприятливих екологічних ситуацій.
6. Види збитків від екологічних катастроф, способи їх визначення.
7. Глобальний екологічний ризик.
8. Оцінка та принципи управління ризиком.

**Література за темою 6:** основна [1 – 6]; додаткова [9 – 11; 14; 16; 17; 21; 22].

## **Тема 7. Екологічний моніторинг довкілля. Правове регулювання екологічних відносин в Україні**

**Компетентність, що набуває студент за темою 7:** здатність оцінювати та аналізувати ефективність екологічних заходів і ефективність використання природних ресурсів.

### **7.1. Розрахункове завдання**

#### **"Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод"**

Необхідною умовою скидання стічних вод у водні об'єкти є вимога, щоб вода цього водного об'єкта в межах розрахункового створу задовольняла санітарним нормам для водойми даного призначення. Якісний стан водного об'єкта вважається задовільним, якщо втримується наступна умова:

$$\sum_{i=1}^z \frac{C_{p.c.}^z}{ГДК_z} \leq 1, \quad (7.1)$$

де  $z$  – кількість речовин з однаковим ЛПШ;

$C_{p.c.}^z$  – концентрація  $i$ -ї речовини в розрахунковому створі за умови одночасної присутності  $z$  речовин, які належать до однакового лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ);

$ГДК_z$  – граничнодопустима концентрація  $z$ -ї речовини.

Для зниження концентрації забруднюючої речовини під час скиду стічних вод у водні об'єкти застосовують розбавлення. У практичних розрахунках застосовують поняття кратність розбавлення –  $n$ .

Для виконання умови (7.1) необхідно наперед розрахувати ті граничні, тобто найбільші, концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, з якими ці води можна скидати у водойми. Такі розрахунки здійснюються кількома методами, зокрема за вмістом розчиненого кисню, за вмістом завислих речовин, за величиною повної біологічної потреби в кисні, яка є характеристикою процесів самоочищення водойми тощо.

Вміст розчиненого кисню у водному об'єкті після скиду стічних вод не може бути менше  $4 \text{ мг/дм}^3$  (водний об'єкт, призначений для комунально-побутових потреб населення) або  $6 \text{ мг/дм}^3$  (водний об'єкт рибогосподарського призначення влітку), тобто в залежності від призначення водойми та пори року.

Розрахунок ведуть за показником  $БПК_{повн}$  в очищених стічних водах ( $L_{повн}^{ст}$ ), виходячи з умови збереження розчинного кисню, за таким виразом:

$$L_{повн}^{ст} = \frac{\gamma \cdot Q_{добов}}{0,4 \cdot q_{добов}} \cdot O^B - 0,4 \cdot L_{повн}^B - O - \frac{O}{0,4}, \quad (7.2)$$

де  $L_{повн}^{ст}$  – повне біохімічне споживання кисню стічними водами, допустимими до викиду,  $\text{г/м}^3$ ;

$Q_{добов}$  – витрата води водотоку,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт змішування;

$q_{добов}$  – витрата стічних вод, що викидається,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;

$O^B$  – вміст розчиненого кисню у водотоці до місця викиду стічних вод,  $\text{г/м}^3$ ;

$L_{повн}^B$  – повне біохімічне споживання кисню водою водотоку,  $\text{г/м}^3$ ;

$O$  – мінімальний вміст розчиненого кисню водного об'єкта, приймається  $4$  або  $6 \text{ г/м}^3$ ;

$0,4$  – коефіцієнт для перерахунку  $БПК_{повн}$  в  $БПК_2$ .

Необхідний ступінь очистки стічних вод можна визначити, якщо прийняти до уваги, що повне біохімічне споживання кисню стічною водою, яка поступає на очисну станцію,  $\text{БПК}_{\text{повн}}^{\text{СТ}} = 380 \text{ мг/дм}^3$ . Тоді

$$E_{\text{БПК}_{\text{повн}}} = \left( \frac{\text{БПК}_{\text{повн}}^{\text{СТ}} - L_{\text{повн}}^{\text{СТ}}}{\text{БПК}_{\text{повн}}^{\text{СТ}}} \right) \cdot 100\%. \quad (7.3)$$

Важливою умовою скиду стічних вод у водний об'єкт (водойму) є те, що температура води водного об'єкта після скидання не повинна збільшуватись вище нормативного значення ( $3 \text{ }^\circ\text{C}$  для водойм комунально-побутового призначення). Якщо стічні води мають ще й температуру, вищу за температуру води у водоймі, то необхідно виконати розрахунок допустимої температури стічних вод перед викидом їх у водний об'єкт.

Температура стічних вод, скид яких у водний об'єкт дозволений, має задовольняти вимогам такої нерівності:

$$T_{\text{СТ}} \leq n \cdot T_{\text{доп}} + T_{\text{в}}, \quad (7.4)$$

де  $T_{\text{доп}}$  – допустиме збільшення температури,  $^\circ\text{C}$ ;

$T_{\text{в}}$  – середньомісячна температура водного об'єкта до місця викиду стічних вод  $^\circ\text{C}$ ;

$n$  – кратність розведення.

За умови перевищення температури стічних вод ( $T_{\text{СТ}}$ ), розрахованої температури виникає необхідність додаткового охолодження стічних вод, тобто застосування певних засобів і коштів.

**Завдання:** провести розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод за вмістом розчиненого кисню. Визначити, чи можна здійснити скид нагрітих стічних вод у водний об'єкт комунально-побутового призначення.

Умови скидання стічних вод наведено в табл. 7.1.

## Умови скидання стічних вод

№ варіанта	q	Q	$\gamma$	O <sup>B</sup>	L <sup>B</sup> <sub>повн</sub>	T <sub>ст</sub>	T <sub>в</sub>	n
1	1,2	20	0,51	5,5	2,0	79	21	16
2	2,4	45	0,67	5,5	2,0	65	18	10
3	1,6	26	0,51	5,5	2,0	74	20	12
4	1,4	32	0,67	5,5	2,0	50	15	15
5	1,8	40	0,51	6,0	2,0	43	21	11
6	1,5	25	0,67	6,0	2,0	72	19	18
7	2,0	22	0,51	6,0	2,0	64	18	20
8	1,3	35	0,67	6,0	2,0	45	15	18
9	2,1	41	0,51	6,0	2,0	57	22	11
10	1,7	38	0,67	6,0	2,0	70	17	16
11	2,4	32	0,51	6,5	2,0	74	18	15
12	1,6	40	0,67	6,5	2,0	50	15	11
13	1,4	25	0,51	6,5	2,0	43	22	18
14	1,8	22	0,67	6,5	2,0	72	17	20
15	1,5	35	0,51	6,5	2,0	64	21	18
16	2,0	41	0,67	7,0	2,0	45	18	11
17	1,3	38	0,51	7,0	2,0	57	20	16
18	2,1	20	0,67	7,0	2,0	70	20	16
19	1,7	45	0,51	7,0	2,0	79	15	10
20	1,2	26	0,67	7,0	2,0	65	21	12
21	1,6	22	0,51	7,0	2,0	74	19	15
22	1,4	35	0,67	7,0	2,0	74	18	11
23	1,8	41	0,51	7,0	2,0	50	21	18
24	1,5	38	0,67	6,5	2,0	43	19	16
25	2,0	20	0,51	6,5	2,0	72	18	10
26	1,3	45	0,67	6,5	2,0	64	15	12
27	2,1	26	0,51	6,5	2,0	79	24	18
28	1,7	32	0,67	6,0	2,0	65	17	11
29	2,4	40	0,51	6,0	2,0	74	18	16
30	1,6	25	0,67	6,0	2,0	50	20	20

У висновку треба вказати отримані за результатами розрахунків необхідний ступінь очищення стічних вод, допустимий для скиду температури стічних вод, а також потрібне чи ні охолодження стічних вод.



## **7.2. Семінарське заняття**

### **"Система екологічного моніторингу в Україні"**

1. Значення якості навколишнього середовища для людини.
2. Охарактеризуйте існуючі методи нормування якості навколишнього середовища.
3. Наведіть існуючі механізми моніторингу та контролю якості навколишнього середовища.

#### **Питання для самодіагностики за темою 7**

1. Класифікація стандартів якості довкілля.
2. Організація природоохоронної служби на підприємстві.
3. Критерії оцінки якості природного середовища.
4. Контроль та керування якістю природного середовища.
5. Поняття екологічного моніторингу та його завдання.
6. Класифікація моніторингу.
7. Державна система екологічного моніторингу довкілля в Україні.
8. Основні закони України в сфері охорони довкілля та раціонального природокористування.

**Література за темою 7:** основна [2; 4; 5]; додаткова [9 – 11; 14; 17; 21; 22].

## **Тема 8. Екологічний менеджмент та маркетинг**

**Компетентність, що набуває студент за темою 8:** здатність до оцінювання екологічної безпеки певної професійної діяльності.

### **8.1. Розрахункове завдання**

#### **"Захист навколишнього середовища від електромагнітного випромінювання"**

Серед фізичних забруднюючих факторів особливо слід виокремити електромагнітні випромінювання, особливо штучного походження. На теперішній час параметри цих полів і випромінювань перевищують рівні природних полів і випромінювань в сотні і тисячі разів.

Електромагнітні поля (ЕМП) штучного походження зазвичай ділять на три групи:

- 1) точкові (телецентри, радіостанції);
- 2) вузлові (промислові установки, радіолокаційні станції);
- 3) лінійні (контактні мережі електротранспорту, лінії електропередач).

Необхідність доставки електроенергії від електростанцій до споживачів зумовила будівництво повітряних високовольтних ліній електропередач (ЛЕП), які є джерелами електромагнітних випромінювань (ЕМВ) низької частоти (50 Гц). За напругою переданого електроструму ЛЕП поділяються на кілька видів. Найбільш поширені лінії електропередач напругою 330 – 500 кВ, навколо яких виникає ЕМІ напругою 5 – 15 кВ/м. Такий рівень випромінювання небезпечний для людей безпосередньо біля ЛЕП або у випадку близького розташування до них житлових будинків. Потрібно пам'ятати, що максимальні рівні напруги зафіксовані на поверхні Землі між опорами ЛЕП. Поблизу опор напруга знижується в 3 – 6 разів за рахунок ефекту екранування металеві опори. У боки від ЛЕП електричне поле поширюється незначною мірою, не більше, ніж на кілька десятків метрів, оскільки ґрунт добре поглинає низькочастотну електромагнітну енергію.

Проте значна біологічна активність ЕМП потребує розробки і дотримання відповідних гігієнічних нормативів. Так, в умовах тривалого (до цілодобового) безперервного перебування людей під дією ЕМВ його напруга не повинна перевищувати 0,5 кВ/м, що можливо тільки на відстані від ЛЕП. Найпростішим заходом попередження можливого негативного впливу електромагнітного випромінювання ЛЕП на населення є створення санітарно-захисної зони вздовж лінії ЛЕП. За нормативами розміри санітарно-захисної зони залежать від виду ЛЕП і складають відповідно:

- для ЛЕП 110 кВ – 6 м;
- для ЛЕП 220 кВ – 10 м;
- для ЛЕП 330 кВ – 20 м;
- для ЛЕП 500 кВ – 30 м.

У таких санітарно-захисних зонах заборонено будівництво житлових, дитячих і лікувальних установ, а також використання їх для місць відпочинку. У них дозволяється вирощування сільськогосподарських культур, але тільки тих, які не вимагають тривалого перебування людей.

Значними джерелами електромагнітного забруднення середовища в населених пунктах є радіо- і телевізійні передавачі, які можуть створювати ЕМІ високої частоти з перевищенням санітарних норм. На відстані 20 – 800 м від короткохвильових радіостанцій напруга ЕМВ може досягати 70 В/м, а поблизу середньохвильових радіопередавачів у межах 100 – 1000 м – 40 В/м. Час впливу залежить від часу роботи радіопередавача, зазвичай воно варіюється від 12 до 20 годин на добу. Для запобігання негативному впливу таких джерел електромагнітних випромінювань створюють санітарно-захисні зони. Розміщення радіопередавачів потужністю понад 100 кВт у межах населених пунктів заборонено.

При медико-біологічному дослідженні рівня впливу ЕМІ на людину встановлено, що ступінь негативного впливу залежить від діапазону частот, інтенсивності та характеру випромінювання (безперервного або імпульсного), тривалості опромінення.

Заходи щодо захисту навколишнього середовища і населення від віз-дії ЕМІ можна розділити на активні та пасивні. Активні заходи передбачають відповідні технічні удосконалення безпосередньо на об'єкті випромінювання шляхом поліпшення його експлуатаційних характеристик (наприклад, зменшення потужності випромінювання, збільшення висоти антен і т. п.). Пасивними заходами вважаються індивідуальні та колективні способи захисту, спеціальні прийоми забудови місцевості, що забезпечують параметри ЕМІ не вище гранично допустимих рівнів (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

### Гранично допустимі для населення рівні ЕМВ

Піддіпазони частот	Частота	Довжина хвилі	ПДУ
Низькі частоти (НЧ)	30 – 300 кГц	10 – 1 км	25 В/м
Середні частоти (СЧ)	0,3 – 3 МГц	1 – 0,1 км	15 В/м
Високі частоти (ВЧ)	3 – 30 МГц	100 – 10 м	10 В/м
Дуже високі частоти (ДВЧ)	30 – 300 МГц	10 – 1 м	$3 \lg \lambda D v$
Ультрависокі частоти (УВЧ)	30 – 300 000 МГц	1 – 0,1 м	10 мВт/см <sup>2</sup>
Надвисокі частоти (НВЧ)	3 – 300 ГГц	0,1 – 0,01 м	10 мВт/см <sup>2</sup>

Будівництво житла необхідно здійснювати таким чином, щоб нежитлові будівлі виступали своєрідним захисним екраном, створюючи так звану "радіотінь".

Вибір заходів щодо захисту навколишнього середовища від негативного впливу електромагнітних полів і випромінювань залежить від умов місцевості, можливостей радіотехнічного об'єкта зі зміни його параметрів, доцільності розміщення об'єкта та економічних витрат. Переваги мають заходи колективного захисту населення, оскільки вони діють на більшій території та легко піддаються контролю.

### **Розрахунок величини санітарно-захисної зони навколо радіотехнічного об'єкта**

Радіотехнічний об'єкт (РТО) в даному випадку є радіолокаційною станцією метеорологічного призначення, яка працює в імпульсному режимі. Електромагнітне випромінювання даного РТО належить до надвисоких частот. Для цього діапазону ЕМВ безпечна щільність потоку енергії, згідно з нормативами, не повинна перевищувати 10 мВт/см<sup>2</sup>.

Щільність потоку енергії  $\sigma$  визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{P_{\text{cp}} \cdot G}{4\pi R^2}, \quad (8.1)$$

де  $P_{\text{cp}}$  – середня потужність імпульсу, Вт;

$G$  – коефіцієнт посилення антени;

$R$  – відстань від випромінювача, м.

Виходячи з цієї формули, можна визначити відстань  $R$ , на якій щільність потоку енергії не перевищує 10 мВт/см<sup>2</sup> або 0,1 кВт/м<sup>2</sup>:

$$R = \sqrt{\frac{P_{\text{cp}} \cdot G}{4\pi Q}}. \quad (8.2)$$

Середня потужність випромінювання обчислюється за формулою:

$$P_{\text{cp}} = P_i \cdot \tau \cdot F, \quad (8.3)$$

де  $P_i$  – потужність імпульсу, Вт;

$\tau$  – тривалість імпульсу, мкс;

$F$  – частота повторення імпульсу, мкс<sup>-1</sup>.

Коефіцієнт посилення антени  $G$  визначається наступним чином:

$$G = \frac{4\pi S_{\text{еф}}}{\lambda^2}, \quad (8.4)$$

де  $S_{\text{еф}}$  – ефективна площа антени,  $\text{м}^2$ ;

$\lambda$  – довжина хвилі, м.

Ефективну площу антени обчислюємо за формулою:

$$S_{\text{еф}} = S_a \cdot \gamma, \quad (8.5)$$

де  $S_a$  – геометрична поверхня антени,  $\text{м}^2$ ;

$\gamma$  – коефіцієнт використання антени.

**Завдання:** обґрунтувати можливість встановлення радіотехнічного об'єкта (РТО) на вільній ділянці землі в населеному пункті.

**Початкові дані:** Ділянка землі знаходиться на околиці населеного пункту. РТО передбачається розмістити на відстані  $L$  метрів від житлових будинків. Згідно з нормативами, безпечна щільність потоку енергії для даного РТО не повинна перевищувати  $10 \text{ мВт/см}^2$  або  $0,1 \text{ кВт/м}^2$ . Технічні характеристики РТО та його відстань від житлових будинків для кожного варіанту наведені в табл. 8.2.

Таблица 8.2

### Початкові дані

№ варіанта	$P_i$ , Вт	$\lambda$ , см	$\tau$ , мкс	F	$S_a$ , $\text{м}^2$	$\gamma$	L, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1 200	2,5	1	1 800	0,4	0,3	2 000
2	1 000	3,5	2	2 000	0,5	0,25	2 500
3	1 300	3	1	2 200	0,4	0,4	1 500
4	800	3,5	2	2 000	0,6	0,5	3 000
5	1 800	4	1	1 800	0,8	0,7	2 100
6	1 400	3	2	2 000	0,4	0,45	3 500
7	1 600	2,5	1	2 200	0,5	0,6	3 400
8	1 200	4	2	2 200	0,6	0,4	2 600
9	1 000	2	1	1 800	0,7	0,35	3 750
10	700	3,5	2	2 000	0,4	0,7	2 800

1	2	3	4	5	6	7	8
11	1 200	3	1	2 200	0,45	0,5	3 050
12	900	2,5	2	1 700	0,5	0,4	3 000
13	1 000	3,5	1	1 900	0,7	0,3	2 100
14	700	2	2	1 500	0,6	0,4	2 650
15	800	3	1	1 800	0,4	0,3	1 500
16	1 100	4	2	1 700	0,5	0,4	2 000
17	1 200	3,5	1	1 900	0,6	0,35	2 050
18	800	3	1	1 800	0,5	0,4	2 000
19	1 000	2,5	2	2 000	0,4	0,3	2 600
20	1 400	4,5	1	1 900	0,6	0,5	1 700
21	1 800	2,5	2	2 100	0,35	0,35	3 100
22	1 000	3,5	1	2 000	0,4	0,45	1 400
23	1 100	3	2	2 200	0,3	0,4	2 700
24	1 200	2,5	1	1 800	0,4	0,5	2 200
25	1 400	3,5	2	2 100	0,45	0,5	2 850
26	1 200	2,5	1	1 800	0,4	0,3	2 000
27	1 000	3,5	2	2 000	0,5	0,25	2 500
28	1 300	3	1	2 200	0,4	0,4	1 500
29	800	3,5	2	2 000	0,6	0,5	3 000
30	1 800	4	1	1 800	0,8	0,7	2 100

За результатами проведених розрахунків необхідно зробити висновки про відповідність (або невідповідність) нормативним вимогам розміщення РТО на даній ділянці.

## 8.2. Семінарське заняття

### "Упровадження системи екологічного менеджменту і маркетингу на підприємстві"

1. Дієвість екологічного менеджменту на підприємствах.
2. Особливості та значення екологічного аудиту в Україні.
3. Сучасний стан та перспективи отримання екологічно чистих товарів.
4. Роль реклами в екологічному маркетингу.

## **Питання для самодіагностики за темою 8**

1. Поняття сталого розвитку.
2. Екологічне страхування.
3. Поняття та функції екологічного менеджменту.
4. Поняття та функції екологічного маркетингу.
5. Екологічний аудит.
6. Органи управління в сфері екологічного аудиту.

**Література за темою 8:** основна [1; 3 – 5]; додаткова [13; 16; 17; 21].

## **Тема 9. Світова екологічна політика. Міжнародна інтеграція у сфері екології**

**Компетентність, що набуває студент за темою 9:** розуміння основних принципів і цілей міжнародного співробітництва у сфері екології.

### **9.1. Семінарське заняття**

#### **"Основні напрями і форми міжнародного співробітництва в сфері екології"**

1. Міжнародні природоохоронні конвенції, які ратифіковані Україною.
2. Назвіть громадські екологічні організації України, які беруть участь в міжнародному екологічному русі.
3. Особливості міжнародного співробітництва в екологічній сфері.

## **Питання для самодіагностики за темою 9**

1. Міжнародні організації з охорони довкілля.
2. Міжнародний контроль у сфері охорони довкілля.
3. Назвіть основні принципи міжнародного співробітництва.
4. Участь України в міжнародному співробітництві.
5. Міжнародні екологічні організації.

**Література за темою 9:** основна [4 – 6]; додаткова [11, 13; 17].

## Рекомендована література

### Основна

1. Амоша О. І. Людина та навколишнє середовище: економічні проблеми екологічної безпеки виробництва / О. І. Амоша. – Київ : Наукова думка, 2002. – 305 с. – ISBN 966-00-0035-9.

2. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум : навч. посіб. для вищ. навч. закл. / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко. – Київ : Лібра, 2004. – 367 с. – ISBN 966-7035-42-5.

3. Екологічний менеджмент : навч. посіб. для вищ. навч. закл.; за ред. В. Ф. Семенова, О. Л. Михайлюк. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 407 с. – ISBN 966-8365-15-1.

4. Коваленко Г. Д. Основи екології : навч. посіб. / Г. Д. Коваленко, Г. С. Попенко. – Харків : ХНЕУ, 2006. – 227 с. – ISBN 966-676-179-3.

5. Коваленко Г. Д. Основы экологии : учеб. пособ. / Г. Д. Коваленко, Г. С. Попенко. – Харків : ИНЖЭК, 2009. – 276 с. – ISBN 978-966-392-237-9.

6. Царенко О. М. Основи екології та економіка природокористування : навч. посіб. для вузів / О. М. Царенко, О. О. Несветов, М. О. Кадацький. – Суми : Університетська книга, 2001. – 324 с.

### Додаткова

7. Акимова Т. А. Экология : человек, экономика, биота, среда : учебник / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 566 с. – ISBN 5-238-00190-8.

8. Арустамов Э. А. Экологические основы природопользования : учеб. пособ. / Э. А. Арустамов. – Москва : Дашков и К°, 2002. – 236 с. – ISBN 5-8316-0054-8.

9. Богобоящий В. В. Принципи моделювання та прогнозування в екології : підруч. для вищ. навч. закл. / В. В. Богобоящий, К. Р. Курбанов, П. Б. Палій, В. М. Шмандій. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 215 с. – ISBN 966-8365-04-6.

10. Гриценко А. В. Радиоэкология регионов Украины: Харьковская область : монография / А. В. Гриценко, Г. Д. Коваленко. – Харьков : ИНЖЭК, 2003. – 126 с. – ISBN 966-8327-66-7.



11. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. / В. С. Джигирей. – Київ : Знання, 2007. – 422 с. – ISBN 966-620-251-4.

12. Дикань В. Л. Основы экологии и природопользования : учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. / В. Л. Дикань, А. Г. Дейнека, Л. А. Позднякова, И. Д. Михайлов. – Харків : Олант, 2005. – 383 с. – ISBN 966-8234-00-6.

13. Івашура А. А. Еколого-економічна та історична оцінка взаємовідносин людини і довкілля : монографія / А. А. Івашура, Л. Е. Добрунова. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – 151 с. – ISBN 978-966-676-472-3.

14. Коваленко Г. Д. Основы радиационной экологии : учеб. для студ. высш. учеб. завед. / Г. Д. Коваленко. – Мариуполь : Рената, 2009. – 297 с. – ISBN 978-966-2001-23-5.

15. Коробкин В. И. Экология : учеб. для студ. высш. учеб. завед. / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов на Дону : Феникс, 2006. – 571 с. – ISBN 5-222-08732-8.

16. Кривокульська Н. М. Екологічний менеджмент : навч. посіб. ; рекомєнд. МОН / Н. М. Кривокульська. – Тернопіль : Економічна думка, 2012. – 212 с.

17. Поддубный И. А. Международная эколого-экономическая деятельность : учеб. пособ. для вузов / И. А. Поддубный, В. К. Слюсаренко. – Харків : ИНЖЭК, 2005. – 199 с. – ISBN 966-8515-40-4.

18. Потіш А. Ф. Екологія: теоретичні основи і практикум : навч. посіб. / А. Ф. Потіш, В. Г. Медвідь, О. Г. Гвоздецький, З. Я. Козак. – Львів : Магнолія 2006, 2008. – 321 с. – ISBN 966-8340-04-3.

19. Раціональне природокористування – важлива умова ноосферного розвитку України : матеріали V-го Пленуму Спілки економістів України та Всеукраїнської науково-практичної конференції ; присвячується 85-річчю з дня народження Г. В. Дзися / [за заг. ред. В. В. Оскольського] ; Спілка економістів України. – Київ : [б. в.], 2011. – 274 с.

20. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навч. посіб. / Т. А. Сафранов. – Львів : Новий Світ-2000, 2004. – 247 с. – ISBN 966-7827-20-8.

21. Шматько В. Г. Екологія і організація природоохоронної діяльності : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. Г. Шматько, Ю. В. Нікітін. – Київ : КНТ, 2006. – 303 с. – ISBN 966-373-104-4.

22. Экология города : учеб. для вузов / под общ. ред. Ф. В. Стольберга. – Київ : Либра, 2000. – 463 с. – ISBN 966-7035-29-8.

## Інформаційні ресурси

23. Всеукраїнська екологічна ліга [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ecoleague.net/index.php>.

24. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dsns.gov.ua>.

25. Міністерство екології та природних ресурсів України [Електронний ресурс] : офіційний портал. – Режим доступу : <https://menr.gov.ua>.

26. Науково-популярний сайт VitaMarg [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vitamarg.com/eco>.

27. Нормативно правова база у сфері екології [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rada.kiev.ua>.

28. Greenpeace International [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.greenpeace.org>.

## Зміст

Вступ .....	3
Тема 1. Предмет, метод, сутність і задачі екології .....	4
1.1. Розрахункове завдання "Інженерне оцінювання стану навколишнього середовища за методом В. Г. Гмошинського" .....	4
Тема 2. Екосистемний рівень організації матерії .....	10
2.1. Розрахункове завдання "Розрахункові методи оцінки стану довкілля" .....	10
2.1.1. Оцінка стану атмосферного повітря .....	10
2.1.2. Оцінка якості поверхневих вод .....	14
2.2. Семінарське заняття "Функціонування сучасних екосистем" .....	21
Тема 3. Біосфера – глобальна екосистема Землі. Глобальні екологічні проблеми .....	22
3.1. Розрахункове завдання "Комплексна еколого-економічна оцінка природоохоронних та ресурсозберігаючих заходів" .....	22
3.2. Семінарське заняття "Оцінка сучасного стану біосфери" .....	28
Тема 4. Антропогенний вплив на навколишнє середовище .....	28
4.1. Розрахункове завдання "Оцінка ефективності водоохоронних заходів" .....	28
4.2. Семінарське заняття "Стан забруднення довкілля в Україні" .....	32
Тема 5. Економічні механізми охорони природного середовища та раціонального природокористування .....	33
5.1. Розрахункове завдання "Розрахунок економічної шкоди для підприємства від забруднення довкілля викидами та відходами його виробництва" .....	33
5.2. Семінарське заняття "Основні елементи економічного механізму регулювання охорони довкілля та природокористування" .....	38
Тема 6. Екологічна безпека та екологічні ризики .....	39
6.1. Розрахункове завдання "Визначення граничнодопустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин із окремих джерел" .....	39
6.1.1. Розрахунок граничнодопустимого викиду (ГДВ) .....	39
6.1.2. Розрахунок системи пилогазоуловлювання .....	41
6.2. Семінарське заняття "Екологічна безпека – складова національної безпеки держави" .....	44

Тема 7. Екологічний моніторинг довкілля. Правове регулювання екологічних відносин в Україні .....	45
7.1. Розрахункове завдання "Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод" .....	45
7.2. Семінарське заняття "Система екологічного моніторингу в Україні" .....	49
Тема 8. Екологічний менеджмент та маркетинг .....	49
8.1. Розрахункове завдання "Захист навколишнього середовища від електромагнітного випромінювання" .....	49
8.2. Семінарське заняття "Упровадження системи екологічного менеджменту і маркетингу на підприємстві" .....	54
Тема 9. Світова екологічна політика. Міжнародна інтеграція у сфері екології .....	55
9.1. Семінарське заняття "Основні напрями і форми міжнародного співробітництва в сфері екології" .....	55
Рекомендована література .....	56
Основна .....	56
Додаткова .....	56
Інформаційні ресурси .....	58

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

# ЕКОЛОГІЯ

**Методичні рекомендації  
до практичних завдань  
для студентів усіх спеціальностей  
першого (бакалаврського) рівня**

*Самостійне електронне текстове мережеве видання*

Укладачі: **Михайлова Євгенія Олександрівна**  
**Попенко Галина Степанівна**

Відповідальний за видання *Ю. В. Буц*

Редактор *О. І. Черненко*

Коректор *В. Ю. Труш*

План 2018 р. Поз. № 179 ЕВ. Обсяг 61 с.

---

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*