

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.  
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  
для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту  
навколишнього середовища»**

Дніпро  
НГУ  
2018

Системний аналіз якості навколишнього середовища. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / В.Є. Колесник, А.В. Павличенко, Ю.В. Бучавий, Д.В. Кулікова. – Дніпро: Національний гірничий університет. – 2018. – 52 с.

Автори:

В. Є. Колесник, д-р техн. наук, проф.;

А. В. Павличенко, д-р техн. наук, доц.;

Ю. В. Бучавий, к-т біол. наук;

Д. В. Кулікова, к-т техн. наук.

Затверджено методичними комісіями з спеціальностей 101 «Екологія» (протокол №5 від 12.02.2018) та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол №5 від 12.02.2018) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №6 від 31.01.2018).

Подано методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» на тему «Системний аналіз якості навколишнього середовища в районі розташування діючого промислового підприємства» для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Розглянуто особливості системного аналізу якості атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів та довкілля в цілому в районах розташування підприємств різних галузей промисловості.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, д-р техн. наук, доц. А. В. Павличенко

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

До основних напрямків державної політики в галузі охорони довкілля та використання природних ресурсів відноситься створення умов для екологічно безпечного існування компонентів навколишнього середовища та підтримання їх екологічної рівноваги.

Дисципліна «Системний аналіз якості навколишнього середовища» – важлива складова фахової підготовки студентів. Вона передбачає опанування студентами-магістрами навичок з системного аналізу якості навколишнього середовища як сукупності компонентів довкілля, що взаємодіють одна з одною та об'єднані певними законами функціонування. Головна мета курсу – оволодіння студентами методологією та методиками системного аналізу якості довкілля на основі розрахункових і експертних методів та моделей з використанням географічних інформаційних технологій та систем.

Методика виконання курсової роботи базується на теоретичних положеннях системного аналізу якості навколишнього середовища шляхом визначення показників забруднення його основних компонентів: повітря, води, ґрунтів, земної поверхні і біоти, що формуються в результаті антропогенної діяльності та зокрема функціонування промислових підприємств.

В результаті виконання курсової роботи студенти опанують: основні показники, що визначають екологічний стан перелічених вище компонентів навколишнього середовища; методи оцінювання рівнів забруднення повітря, води, ґрунтів, а також критерії і показники оцінки їх якості; способи моніторингу якості навколишнього середовища та картографічної візуалізації його результатів з використанням геоінформаційних технологій і систем; стандартизовані алгоритми та методики проведення системних досліджень якості повітря, води, ґрунтів, а також експертні методи системного аналізу впливу промислових підприємств і технологій, як на основні компоненти навколишнього середовища, так і довкілля в цілому.

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота виконується під час вивчення курсу «Системний аналіз якості навколишнього середовища», спрямованого на формування у майбутніх фахівців професійних компетентностей для вирішення завдань, пов'язаних із процесами комплексної оцінки та аналізу якості довкілля в районах розташування промислових підприємств.

**Мета курсової роботи** – систематизація і закріплення у майбутніх фахівців з екології і захисту навколишнього середовища професійних компетентностей (знань, умінь і навичок), отриманих на лекціях і практичних роботах з дисципліни.

Робота передбачає системний аналіз якості основних компонентів навколишнього середовища та довкілля в цілому, що обумовлена переважно викидами та скидами забруднюючих речовин промисловими підприємствами. Робота передбачає використання розрахункових й експертних методів, а також

географічних інформаційних технологій та систем.

Курсова робота розрахована на послідовне розв'язання чотирьох завдань, пов'язаних з системним аналізом якості окремих компонентів навколишнього середовища та довкілля в цілому.

**Завдання 1.** Оцінити якість атмосферного повітря, що формується під впливом викидів з території промислового підприємства основних забруднюючих атмосферу речовин. Оцінку виконати у наступній послідовності:

- за даними інтенсивності викидів –  $M$  для кожного з 4-х основних забруднювачів виконати розрахунок полів їх концентрації з використанням уніфікованих програм розрахунку забруднення атмосфери – «ЕОЛ-2000» або «УПРЗА ЕКО центр», враховуючи вид забруднення (газ чи суспендовані частинки, тобто пил) шляхом обрання відповідного параметра  $F$ ;

- виконати прив'язку (суміщення) розрахованих полів розсіювання у вигляді ізоліній концентрації з растровим зображенням території підприємства та побудувати відповідну електронну карту з нанесенням на неї в окремі шари корпусів підприємства, джерел викидів в атмосферу, санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємства, ізоліній концентрації 4-х основних забруднювачів атмосферного повітря та їх кольорової градації;

- на межі СЗЗ (або поблизу за її межами) визначити середні індекси перевищення концентрації кожної забруднюючої речовини над рівнем її ГДК (значення концентрації в частках ГДК), на основі яких визначити спочатку відповідні індекси забруднення атмосфери (ІЗА) з урахуванням класу небезпеки кожної речовини, а потім комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА);

- окремо побудувати шар електронної карти за визначеними показниками КІЗА для території, що безпосередньо примикає до СЗЗ підприємства.

**Завдання 2.** Виконати комплексну оцінку степеню забрудненості поверхневих вод за гідрохімічними показниками, що характеризують якість скидної (стічної) води підприємства. Оцінку виконати для певних гідрохімічних показників (відповідно до варіантів завдання) у наступній послідовності:

- ознайомитися з загальними положеннями методу оцінки та викласти у пояснювальній записці скорочено його суть;

- навести основні етапи проведення оцінки;

- визначити послідовно всі необхідні для визначення якості води показники із занесенням їх в таблицю для визначення комбінаторного індексу забруднення – КІЗ води;

- визначити додаткові показники, що визначають якість скидної води підприємства та зробити відповідні висновки.

**Завдання 3.** Оцінити якість ґрунтів за межами санітарно-захисної зони підприємства за рівнем їх забруднення хімічними речовинами:

- навести загальні положення методу оцінки забруднення ґрунтів різного призначення;

- дати гігієнічну оцінку ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках (фермерській, присадибній або дачній), що знаходяться під впливом промислового підприємства (забруднювачі ґрунту, тобто токсиканти, та їх концентрації обирають за варіантами);

- оцінити рівні хімічного забруднення ґрунтів двома екологічно небезпечними речовинами (за варіантами) на територіях населених пунктів, наближених до промислових підприємств, за двома основними гігієнічними показниками;

- помістити отримані дані, як атрибутивну інформацію електронної карти ГІС.

**Завдання 4.** Виконати комплексну оцінку екологічної небезпеки впливу техногенних чинників на довкілля та окремі його компоненти (атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту, тобто 5 компонентів) за уніфікованою методикою:

- викласти методологічний підхід до комплексного оцінювання впливу техногенних чинників на довкілля;

- навести основні положення й етапи уніфікованої методики комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля;

- орієнтуючись на результати 3-х попередніх завдань курсової роботи та користуючись прикладом практичної реалізації зазначеної вище уніфікованої методики визначити ряд ( $n=5-10$ ) техногенних чинників певного підприємства, що впливають на указані 5 компонентів навколишнього середовища та оцінити цей вплив у вигляді відповідних експертних оцінок за шкалою 0, 1, 2 та 3 бали;

- виконати комплексну оцінку рівня екологічної небезпеки експлуатації промислового підприємства для довкілля за 15-бальною кумулятивною шкалою.

### **3. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Курсова робота подається до захисту у вигляді пояснювальної записки, що складається з титульного аркуша, завдання, змісту, вступу, розділів, згідно з пунктами завдання, висновку та списку використаної літератури.

Текст пояснювальної записки набирається на комп'ютері у текстовому редакторі Word Office на листах формату А4 (210x297 мм), через один інтервал, шрифтом Times New Roman 14 кегля (поля зліва, справа, зверху та знизу – 20 мм). Абзацний відступ – 0,5 см. Обсяг пояснювальної записки має становити 25...30 сторінок.

Назви розділів наводяться заголовними буквами, жирно, вирівнювання по центру без переносів. Назви підрозділів – малими буквами, жирно, вирівнювання по центру без переносів. Між назвами розділів (підрозділів) та їх текстом – інтервал. Текст вирівнюється за шириною сторінки.

Курсова робота повинна включити такі складові:

*Вступна частина:*

- титульний аркуш, оформлений згідно з останніми вимогами стандартів ВНЗ (Додаток 1);

- зміст;

- вступ;

*Основна частина (назви розділів відповідно до завдань):*

- оцінка якості атмосферного повітря, що формується під впливом викидів в атмосферу забруднюючих речовин з території промислового підприємства;

- комплексна оцінка ступеня забруднення стічної води за гідрохімічними показниками;

- оцінка якості ґрунтів за межею санітарно-захисної зони підприємства за рівнем їх забруднення хімічними речовинами;

- комплексна оцінка екологічної небезпеки впливу техногенних чинників на довкілля та окремі його компоненти (атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту) за уніфікованою методикою.

*Висновки.*

*Перелік літературних джерел.*

*Додатки.*

Типовий зміст курсової роботи та рекомендований обсяг розділів, наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Зміст курсової роботи та рекомендований обсяг розділів пояснювальної записки

Назва розділів	Кількість сторінок
<b>Титульний аркуш</b> (див. додаток А)	1
<b>Зміст</b>	1
<b>Вступ</b> (актуальність теми, мета й завдання роботи)	1...2
<b>Теоретичний (розрахунково-аналітичний) розділ.</b> Враховуючи розрахунково-аналітичну сутність дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища», а також багатоплановість завдання у цьому розділі студент, відповідно до задач, формує 4-и підрозділи, предметна назва яких формулюється з використанням назв завдань, наведених у складових <i>основної частини</i> пояснювальної записки. При цьому замість слів <i>промислове підприємство</i> чи <i>підприємство</i> доцільно навести скорочено специфічну назву підприємства за варіантом. Далі формуються вихідні дані задач (згідно з варіантами), що послідовно розв'язуються та викладаються відповідно до підрозділів методичних вказівок з проміжними висновками.	12...16
<b>Висновки.</b> Оцінка результатів розрахунково-аналітичного визначення якості атмосферного повітря, скидної води, ґрунтів та навколишнього середовища в цілому в районі розташування промислового підприємства, наведення загальних рекомендацій щодо покращення якості компонентів довкілля.	1...2
<b>Перелік літературних джерел</b>	1
<b>Додатки.</b> Проміжні розрахунки	1...2

#### 4. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Виконання курсової роботи на тему: «Системний аналіз якості навколишнього середовища в районі розташування діючого промислового підприємства» студентами-магістрами першого курсу навчання передбачає проведення ними теоретичних (розрахунково-аналітичних) досліджень якості навколишнього середовища шляхом визначення показників забруднення його основних компонентів: повітря, води, ґрунтів, земної поверхні і біоти, що формуються в результаті функціонування певного (заданого) промислового підприємства.

Курсова робота виконується паралельно із засвоєнням останнього модулю курсу «Системний аналіз якості навколишнього середовища».

Для виконання курсової роботи студенти отримують варіант роботи відповідно до номеру групи та порядкового номеру студента у журналі кожної з груп (спочатку студенти першої, а потім другої групи) або за вказівкою викладача.

Робота виконується з метою опрацювання викладеного теоретичного і практичного матеріалу з дисципліни.

Курсова робота, яку виконує студент, повинна бути надана викладачеві на перевірку в електронному вигляді. Друкується тільки титульний аркуш роботи (додаток А). Титульний аркуш із диском CD-R необхідно розмістити у прозорому файлі, який і подають викладачеві.

Роботу необхідно здати за два тижні до завершення теоретичного курсу. Викладач призначає дату та час захисту курсової роботи.

Для захисту курсової роботи студент повинен вільно володіти всім обсягом її матеріалу. Виконання цієї вимоги перевіряється постановкою контрольних питань в рамках всього обсягу роботи, зауваження по яких разом з певними попередніми зауваженнями по роботі викладач наводить у письмовому вигляді на зворотній стороні роздрукованого титульного аркушу, що слугує додатковою підставою для оцінювання курсової.

#### 5. ТЕОРЕТИЧНИЙ (РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНИЙ) РОЗДІЛ

Оскільки системний аналіз якості навколишнього середовища виконується шляхом визначення показників забруднення його основних компонентів: повітря, води, ґрунтів, а також додатково земної поверхні і біоти, що обумовлені експлуатацією певного промислового підприємства, тому доцільно дати цьому розділу предметну назву, а саме; **«АНАЛІЗ ЯКОСТІ ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ: ПОВІТРЯ, ВОДИ, ҐРУНТІВ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ЦІЛОМУ»** та, як указано вище, студент формує 4-и підрозділи відповідно до задач і методичних рекомендацій до їх вирішення, що послідовно наведені нижче.

## 5.1. Методичні вказівки до виконання завдання 1

Рекомендована предметна назва підрозділу: **Оцінка якості атмосферного повітря, що формується під впливом викидів промислового підприємства**

### 5.1.1. Розрахунок концентрації забруднюючих речовин в атмосфері з використанням уніфікованих програм

Моделі розсіювання забруднюючих речовин в повітрі враховують технологічні характеристики підприємств (їх екологічний паспорт), географічне місце розташування, метеорологічні умови. Реалізуються вони на основі стандартизованої методики ОНД-86.

Згідно з методикою, максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела з круглим устям досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані  $X_m$  (м) від джерела і визначається за формулою:

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (5.1)$$

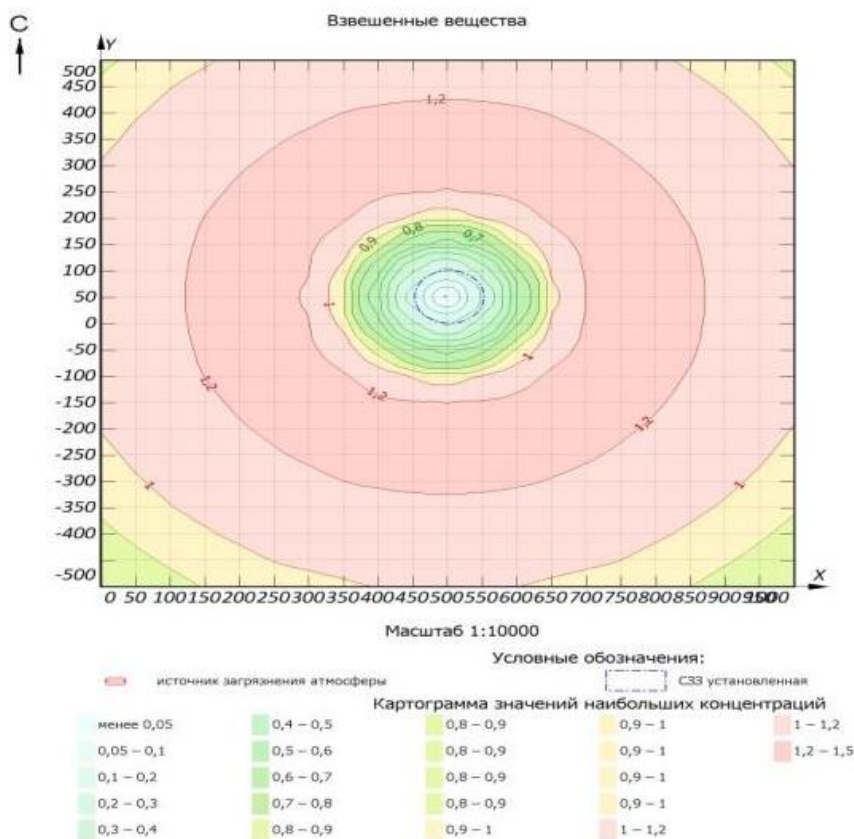
де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери (розподіл температур по висоті, що впливає на його вертикальне переміщення), який для України приймається від 160 до 200;  $M$  – маса викидів забруднюючих речовин, які потрапляють в атмосферу за одиницю часу г/с;  $F$  – коефіцієнт, що залежить від швидкості осідання речовин (для газоподібних забруднюючих речовин – 1, для пароподібних забруднюючих речовин – 2, для пилу та золи – 3, причому можливі й проміжні значення);  $m$  і  $n$  – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається та температурою навколишнього атмосферного повітря, °С;  $H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;  $V_1$  – витрата газоповітряної суміші, м<sup>3</sup>/с.

Основні положення методики реалізовані в уніфікованих програмах «ЕОЛ-2000» або «УПРЗА ЕКО центр», які дозволяють розраховувати ізолінії концентрації навколо джерела викиду забруднюючих речовин, причому програма «УПРЗА ЕКО центр» дозволяє побудувати чи уточнити санітарно-захисну зону з урахуванням рози вітрів, побудувати зони впливу підприємства за рівнем концентрацій забруднюючих речовин на певній території з використанням космічних знімків цих територій, тобто реалізує деякі функції ГІС. Результатом розрахунків є поля концентрацій забруднювачів (в курсовій роботі – 4-х), які представляють у вигляді окремих шарів цифрової карти, сформованої у програмному пакеті ГІС. На рис. 5.1 та 5.2 для ілюстрації наведені фрагменти діаграм розсіювання гарячого викиду оксиду азоту з цеху тепловозремонтного заводу м. Дніпро.

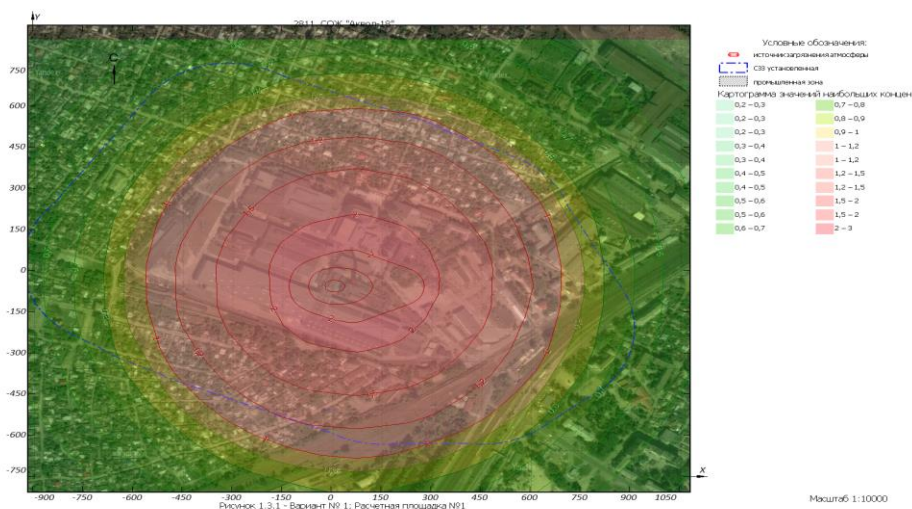


## 5.1.2. Порядок розрахунку полів концентрації основних забруднюючих речовин в атмосфері

Розрахунок розсіювання основних екологічно небезпечних речовин, що надходять в атмосферу при роботі промислового підприємства, що є найбільш небезпечним з точки зору викидів забруднюючих речовин в атмосферу, проводився з використанням уніфікованої програми УПРЗА «ЕКО центр».



**Рис. 5.1 – Поле концентрації пилу, що може бути імпортовано з програмного пакету ЕОЛ-2000 у вигляді окремого шару цифрової карти**



**Рис. 5.2 – Сполучення поля концентрації з топографічною основою (на прикладі території заводу, розташованого в межах міської забудови)**

Промислове підприємство та вихідні дані для розрахунку обирають за варіантом або за вказівкою викладача з табл. 5.1 (назви і параметри носять умовний характер, а код моделі джерела узгоджується з викладачем).

Таблиця 5.1 – Промислові підприємства: обсяги та параметри викидів

Номер варіанта	Назва підприємства	Розташування	Код моделі джерела**	Обсяги викидів речовин (код забруднювача) – М, т/рік*				Параметри викидів			
				Тверді речовини (2902)	NO (304)	SO <sub>2</sub> (330)	CO (337)	Висота – Н, м	Діаметр – D (розміри), м Швидкість – ППС*	Витрата – V <sub>1</sub> , м <sup>3</sup> /с	Температура – T <sub>2</sub> , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Дніпропетровський металургійний завод	Дніпро	444	5439	447	665	3195	200	6	120	180
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
2	Дніпровський металургійний комбінат	Кам'янське	444	16741	4329	10789	70685	180	5	90	200
			555	360	570	75	490	8	4*	12	25
			666	760	400	690	4870	30	1x4	30	120
			Площ.	3475				2			25
3	Ново-трубний завод	Дніпро	444	245	2681	439	6832	120	4,5	90	150
			555	340	370	85	290	12	2*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
4	Дніпровський трубний завод	Дніпро	444	221	405	379	3491	120	5	105	150
			555	340	370	85	290	10	3*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
5	Південно-трубний завод	Нікополь	444	296	489	408	1051	90	4,5	80	120
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
6	Металургійний завод	Кривий Ріг	444	37244	6989	7979	82626	120	6	80	160
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
7	Коксохімічний завод	Дніпро	444	71	328	359	607	105	6	120	130
			555	340	370	85	290	6	2*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
8	Коксохімічний завод	Кам'янське	444	99	213	436	366	150	5	80	150
			555	340	370	85	290	10	3*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
9	Завод феросплавів	Нікополь	444	943	511	242	21140	105	6	100	130
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25

Продовж. табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Трубний завод	Новомосковськ	444	782	492	407	4095	200	6	120	150
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
11	Вуглезбагачувальна фабрика	Павлоград	444	390	483	2017	1185	45	3,5	30	120
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
12	Південний ГЗК	Кривий Ріг	444	10248	1864	6764	84307	120	4,5	80	130
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
13	Північний ГЗК	Кривий Ріг	444	7204	1043	2321	1309	120	4,5	90	130
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
14	Інгулецький ГЗК	Інгулець	444	12670	1999	9059	145524	120	4,5	80	130
			555	340	370	85	290	9	2*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
15	Центральний ГЗК	Кривий Ріг	444	2654	385	57	821	120	4,5	70	120
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
16	Покровський ГЗК	Покров	444	64	252	276	9315	120	4,5	80	150
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
17	Марганецький ГЗК	Марганець	444	1380	678	2071	19472	120	4,5	80	130
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
18	Вільногірський ГМК	Вільногірськ	444	1075	2181	796	2461	105	4	70	120
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
19	Східний ГЗК	Жовті Води	444	2092	4902	3963	8931	105	4	75	120
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
20	Криворізька ТЕС	Зеленодольськ	444	18193	9980	114049	769	180	6	120	160
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25
21	Придніпровська ТЕС	Дніпро	444	16872	9890	52459	572	180	6	120	180
			555	340	370	85	290	2	1*	15	25
			666	490	45	80	470	20	2x3	30	120
			Площ.	3475				2			25

**Примітка.** \* Для розрахунків на моделі потрібно перерахувати інтенсивність викидів з т/рік в г/с з урахуванням фактичної роботи підприємства (у дві чи три зміни). \*\*Код джерела в програмі ЕОЛ 2000: 444 – точкове з круглим устям; 555 – лінійне; 666 – точкове з прямокутним устям; Площ. – площадне.

Вихідні дані для розрахунку максимальної приземної концентрації відповідно до варіанту переносять в табл. 5.2 для подальшого аналізу.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для розрахунку приземної концентрації

№	Забруднююча речовина	Параметри викиду і джерела*						
		$M$ , г/с	$F$	$H$ , м	$D$ , м	$S$ , м <sup>2</sup>	$T_z$ , °C	$\eta$
1	Тверді речовини *		1,5–3					
2	Оксид азоту (NO)		1,0					
3	Сірки двооксид (SO <sub>2</sub> )		1,0					
4	Оксид вуглецю (CO)		1,0					

**Примітка.** \* Параметри, яких не вистачає для розрахунків, обирають самостійно з урахуванням специфіки обраного підприємства. \*\* Як тверді речовини можна обрати, наприклад, частинки певних металів (цинку, свинцю, хрому, нікелю, марганцю, кадмію тощо) з класом небезпеки – 1 або 2 та прийняти для них певні проміжні значення параметра  $F$ , що залежать від середнього розміру частинок (чим крупніше частинки тим більше  $F$  – до 3).

Як приклад наводимо значення деяких параметрів джерела викиду:

- висота труби  $H=18,3$  м;
- діаметр труби  $D=0,6$  м;
- площа поперечного перетину становить  $S=0,2826$  м<sup>2</sup>;
- для м. Дніпра коефіцієнт температурної стратифікації атмосфери приймаємо  $A=180$ ;
- безрозмірний коефіцієнт  $F$  який має значення 1,0 для газів;
- безрозмірний коефіцієнт  $\eta=1$ , так як в радіусі п'ятдесяти висот труби  $H$  від джерела переважаючі відмітки місцевості не перевищує 50 м на 1 км;
- температура газоповітряної суміші на виході з джерела  $T_z=43,1$ °C;
- середня максимальна температура атмосферного повітря найбільш жаркого місяця року в Дніпрі становить 26,6°С.

Оскільки забруднення приземного шару атмосферного повітря в значній мірі залежить ввід метеорологічних умов (Додаток Б), які суттєво впливають на перенос та розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, розрахунок проводиться також з урахуванням характерних для досліджуваної території метеорологічних характеристик, які заносять в табл. 5.3.

Кількість забруднюючих речовин в розрахунку – 4 (в тому числі твердих – 1; рідких та газоподібних – 3), груп сумачій небезпеки – немає. Перерахунок забруднюючих речовин та їх гранично допустимої концентрації (ГДК) чи орієнтовно безпечного рівня впливу наведені в табл. 5.4.

Далі для кожного джерела з використанням програмного пакету визначають концентрації в долях ГДК та формують ізолінії концентрації з урахуванням рози вітрів певної місцевості (рис. 5.1). Суміщають поле концентрації у певному масштабі з космічним знімком території підприємства з прилеглою сельбищною зоною, тобто створюють електроні карти району розміщення підприємства в масштабі 1:5000, як показано на рис. 5.2, з ізолініями розрахованих концентрацій (в долях ГДК) для 4-х забруднювачів,

що імпортуються з програми УПРЗА «ЕКО центр».

Таблиця 5.3 – Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері (м. Дніпро)

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери, $A$	180
Коефіцієнти рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура атмосферного повітря найбільш жаркого місяця року, $T^{\circ}\text{C}$	26,6
Середня температура атмосферного повітря найбільш холодного місяця (для котельних, які працюють по опалювальному графіку), $T^{\circ}\text{C}$	-6,1
Середньорічна швидкість вітру м/с	3,1
Пн	10,6
ПнС	14,4
С	16,7
ПдС	12,9
Пд	9,6
ПдЗ	7,1
З	16,5
Пз	12,2
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5% $U^*$ , м/с	21,2

Таблиця 5.4 – Перерахунок забруднюючих речовин та їх ГДК

Забруднююча речовина		Клас небезпеки	Гранично допустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>			
код	назва		максимально-разова	середньодобова	ОБРВ	Використовується в розрахунку
204	Цинку оксид у вигляді частинок*	–	–	–	0,005	0,005
304	Азоту оксид	3	0,4	0,06	–	0,4
330	Сірки двооксид	3	0,5	0,05	–	0,5
337	Вуглецю оксид	4	5	3	–	5

*Примітка.* \*Код і назва твердих частинок повинна відповідати обраній токсичній речовині (важкому металу).

Окремою (синьою або чорною) лінією позначають межу санітарно-захисної зони (СЗЗ), що залежно від підприємства може становити від 100 до 1000 м (для машинобудівних підприємств – 300 м).

### 5.1.3. Комплексна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням класу небезпеки речовин, що викидаються досліджуваним підприємством

Комплексний показник рівня забруднення атмосферного повітря розраховується на основі одиничних індексів забруднення атмосфери (ІЗА), які враховують класи небезпеки речовини. Отже спочатку визначають ІЗА за формулою:

$$I = \left( \frac{q}{ГДК_{mp}} \right)^c \text{ або } I = \left( \frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right)^c, \quad (5.2)$$

де  $q$  и  $\bar{q}$  – відповідно максимальні або середньодобові концентрації забруднювача;  $ГДК_{mp}$ ,  $ГДК_{cd}$  – максимально разові і середньодобові гранично допустимі концентрації;  $c$  – константа, що приймає значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класів небезпеки речовини.

При цьому вважають, що при  $I=ІЗА \leq 1$  якість повітря за вмістом окремих забруднювачів відповідає санітарно-гігієнічним нормам.

Далі визначають комплексний ІЗА (КІЗА), обумовлений  $n$  забруднюючими речовинами, що діють одночасно, за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right)^{c_i} \right)_i. \quad (5.3)$$

Для ілюстрації визначення КІЗА у табл. 5.4 наведено ІЗА характерних для м. Дніпро 5-ти забруднювачів атмосфери.

Таблиця 5.4 – Індекси забруднення атмосфери м. Дніпро

ІЗА (2012 р.)	Пріоритетні домішки, тобто домішки з найбільшими одиночними ІЗА	Галузі промисловості, підприємства яких істотно впливають на стан забруднення повітря
5,41	Формальдегід	Металургія, енергетика, хімічна промисловість, автотранспорт, виробництво будівельних матеріалів
2,25	Двоокис азоту	
2,00	Пил (суспензії)	
1,22	Аміак	
1,00	Фенол	
<b>11,88</b>	Комплексний ІЗА міста	

Зауважимо, що розраховані вище поля концентрації представлені ізолініями в частках ГДК певного забруднювача, тобто наводяться значення концентрації, що нормовані відносно максимально разової чи середньої гранично допустимої концентрації ( $ГДК_{mp}$  чи  $ГДК_{cd}$ ). Отже для визначення КІЗА в обраних точках території навколо підприємства (наприклад, в декількох точках за периметром СЗЗ) спочатку потрібно визначити одиночні ІЗА діючих забруднювачів з урахуванням класу їх небезпеки за формулою (5.2). Для цього отримані в обраних точках відповідно до ізоліній нормовані значення потрібно возвести у відповідну ступінь  $c$ . Далі комплексна оцінка забруднення атмосфери – КІЗА визначається відповідно до формули (5.3), як сума одиночних індексів забруднення атмосфери (ІЗА), створеного  $n$  речовинами в обраних точках (в нашому випадку  $n=4$ ).

Результати оцінки комплексних індексів забруднення атмосфери на межі СЗЗ підприємства подають у вигляді табл. 5.5, де як приклад наведені результати оцінки комплексного індексу забруднення атмосфери (КІЗА) на межі СЗЗ машинобудівного підприємства (для 5-ти забруднювачів).

Таблиця 5.5 – Результати оцінки комплексного індексу забруднення атмосфери (КІЗА) на межі СЗЗ машинобудівного підприємства (точка 1)

Вміст забруднюючих речовин в повітрі	Середні концентрації, мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>ср.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки речовини	Показник С у формулі (5.3)	ІЗА
Оксид цинку (частинки)	0,22	0,05	3	1,0	4,4
Оксид азоту	0,06	0,04	3	1,0	1,5
Двооксид сірки	0,19	0,05	3	1,0	3,8
Оксид вуглецю	1,6	3,0	4	0,9	0,57
Свинець (частинки)	0,0004	0,0003	1	1,7	1,63
Комплексний ІЗА (КІЗА)					11,9

Аналогічні таблиці складають для інших точок. (Для наступного картографування за рівнем КІЗА доцільно у створеній електронній карті за допомогою засобів ГІС визначити 10–20 і навіть більше значень, які знадобляться для формування на карті кольорових градацій КІЗА навколо підприємства).

#### 5.1.4. Комплексна оцінка стану навколишнього середовища з використанням ГІС-технологій (теоретичні положення)

Формування оцінки стану навколишнього середовища з використанням ГІС-технологій виконується в результаті об'єднання на карті даних різного типу (результатів контрольних вимірів у різних середовищах, результатів моделювання, обстеження й експертних оцінок). При формуванні таких оцінок необхідно враховувати важливість кожної використаної характеристики.

Характеристики у ГІС, одержують шляхом підсумовування простих оцінок з урахуванням їх властивостей у межах груп впливу, тобто:

$$S^* = *_{i \in I_s} \{x_i, p_{di}, g_{yi}\} \quad (5.4)$$

де: \* – оператор підсумовування,  $x_i$  – проста оцінка, що входить у множину важливих характеристик  $I_s$  (у нашому випадку значення ІЗА кожної забруднюючої речовини);  $p_{di}$  – оцінка ступеня довіри (приймаємо  $p_{di} = 1$ );  $g_{yi}$  – оцінка ступеню участі  $x$  (вважаємо рівнозначною).

Фактично в ГІС сумують шари цифрової карти з різними оцінками (у нашому випадку ІЗА для 4-х забруднювачів). Ступінь довіри характеризує надійність використаної оцінки та залежить від способу її одержання (вважаємо рівною 1). Ступінь участі визначає вага використаної характеристики при формуванні складної оцінки якості об'єкта довкілля чи екосистеми (вважаємо, що кожне значення одиночного ІЗА має однакову значимість).

Комплексна оцінка стану об'єктів навколишнього природного середовища являє собою характеристику, отриману шляхом підсумовування простих або складних оцінок з урахуванням їх властивостей:



$$O^* = * \{x_i^*, S_i^* p_{\partial b}, g_{yi}\} \quad (5.5)$$

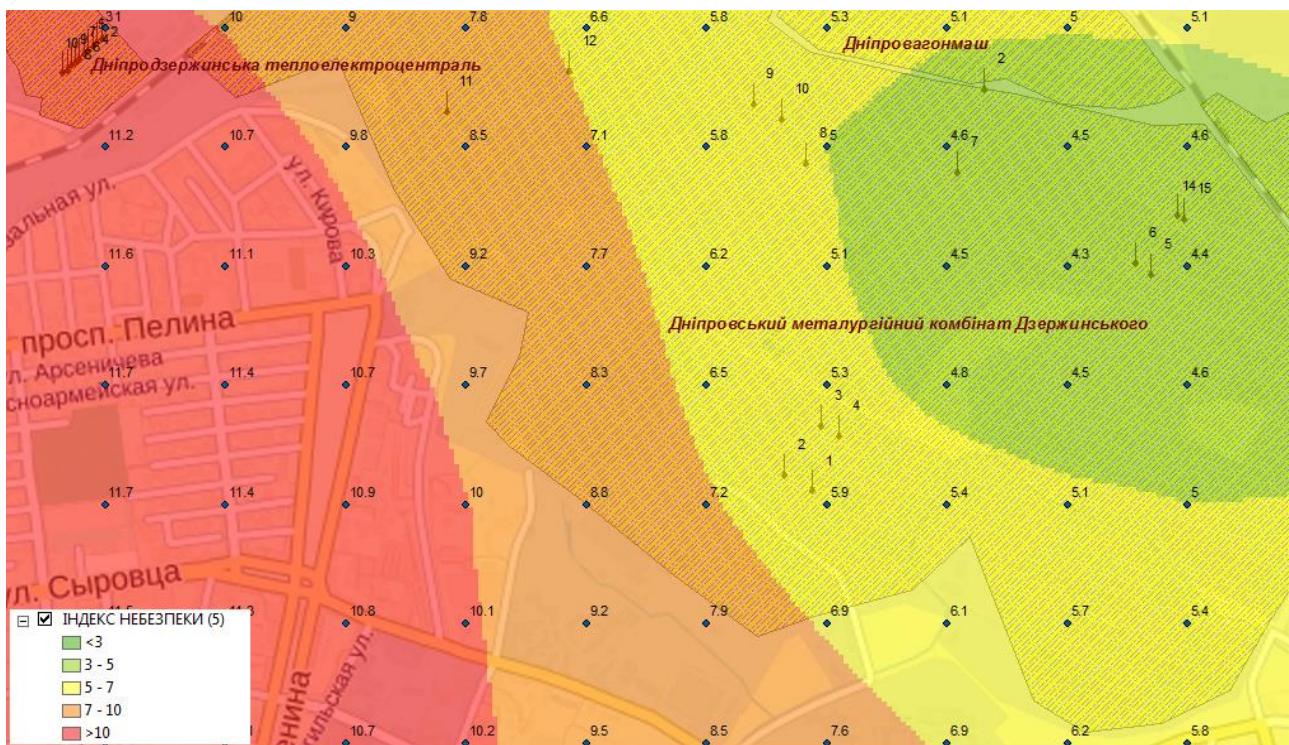
$$i \in I_0$$

де \* – оператор підсумовування,  $x_i^*$  – проста оцінка, що входить до ряду важливих характеристик  $I_0$ ;  $S^*$  – складна оцінка, отримана на підставі використання стандартних методик об'єднання однотипних даних або відповідно до формули (5.4) для даних різного типу (в нашому випадку формуємо КІЗА як суму ІЗА окремих 4-х забруднювачів).

Для формування складних оцінок на підставі однотипних даних вибирається відповідний шар (з необхідним районом і параметрами) та здійснюється обробка даних у відповідності зі стандартними методиками, що є в розпорядженні пакета ГІС. (У випадку, коли складна оцінка визначається підсумовуванням даних різного типу, формується проект із декількох шарів. Кожному шару призначається коефіцієнт участі та формуються складні оцінки. Одержані складні оцінки також є шаром ГІС).

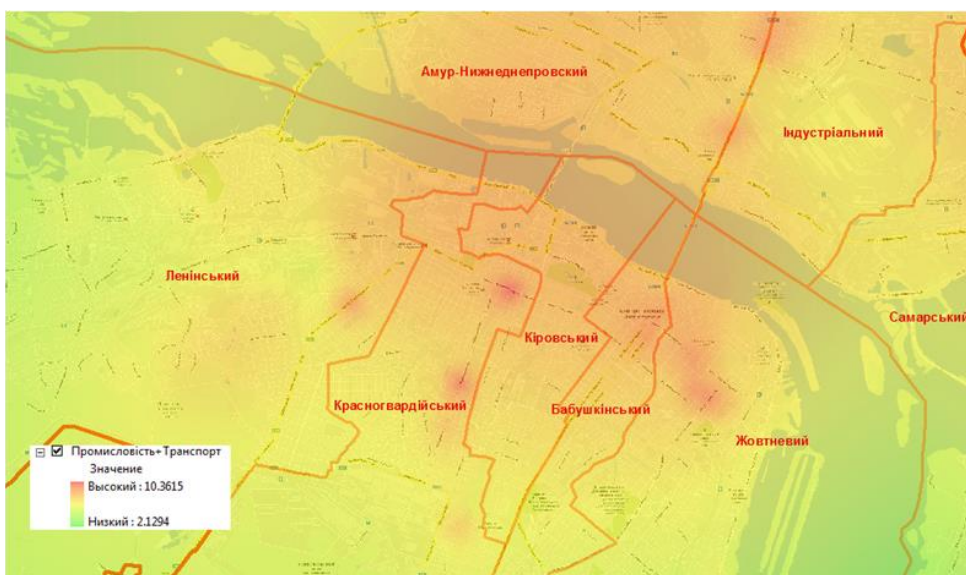
Шляхом формування проектів із простих і складних оцінок, а також результатів моделювання, можуть бути отримані оцінки по окремих середовищах (повітря, вода, ґрунт і т.д.), які також є шарами ГІС. Об'єднавши в єдиний проект оцінки по різних середовищах, одержують комплексну оцінку стану об'єкта на основі різномірних даних.

Інформаційне середовище одержання комплексної оцінки забезпечує об'єднання та використання розподіленої інформації, а ГІС технологія її обробку відповідно до географічної або адміністративної прив'язки, як наприклад, для однотипних даних показано на рис. 5.3 та 5.4.



**Рис. 5.3 – Інформаційне середовище одержання якісної оцінки по 5-и класах градацій індексу забруднення атмосфери (ІЗА)**





**Рис. 5.4 – Картографування території міста за розрахунковим значенням комплексного індексу забруднення атмосфери (КІЗА)**

За отриманою картографічною інформацією проводиться аналіз КІЗА та формується висновок про небезпеку від забруднення атмосферного повітря на різних територіях міста.

## **5.2. Методичні вказівки до виконання завдання 2**

Рекомендована предметна назва підрозділу: **Комплексна оцінка ступеня забруднення стічної води підприємства за гідрохімічними показниками**

### **5.2.1. Загальні положення методу оцінки забруднення поверхневих вод**

Для оцінки забруднення поверхневих вод (ріки, водотоку або скидної води) використовують сполучення диференційованого та комплексного методів оцінювання якості води й ступеню забруднення на основі результатів режимних спостережень за її станом. Основою диференційованого методу є оцінка якості води по окремих забруднюючих речовинах з використанням статистичних даних спостережень. Методичною ж основою комплексного методу є однозначна оцінка ступеня забруднення води за сукупністю забруднюючих речовин:

- для будь-якого водного об'єкта в точці відбору проб води;
- за будь-який певний проміжок часу;
- за будь-яким набором гідрохімічних показників.

Як нормативи для оцінки якості води використовують ГДК забруднюючих речовин, установлених для води рибогосподарських водойм, а також водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. Для речовин, відсутніх у нормативних документах, у якості ГДК умовно приймається величина 0,01 мкг/дм<sup>3</sup>.

Першим складовим елементом методу комплексної оцінки є **рівень**

забруднення води в конкретному пункті спостережень, а наступним – частота виявлення концентрацій, що перевищують нормативи. Сполучення даних про рівень і частоту дозволяє одержати комплексні характеристики, умовно відповідні «часткам» забруднення, внесеним кожним інгредієнтом і показником забруднення в загальну якість води. (Внесок окремих забруднюючих речовин у загальне забруднення води може визначатися або високими концентраціями протягом короткого проміжку часу, або низькими концентраціями протягом тривалого періоду, або іншими можливими комбінаціями розглянутих факторів).

**Система формалізованих показників комплексної оцінки включає:**

- питомий комбінаторний індекс забруднення води (ПКІЗВ);
- клас якості води.

Значення ПКІЗВ може змінюватися від 1 до 16 в міру росту забруднення та дозволяють розділяти поверхневі води на 5 класів: 1-й клас – умовно чиста; 2-й клас – слабо забруднена; 3-й клас – забруднена; 4-й клас – брудна; 5-й клас – екстремально брудна.

У розрахунку комплексних показників використовують тільки офіційно нормовані інгредієнти чи показники складу та властивостей води. Нижня межа їх кількості визначається мінімальним числом, достатнім для характеристики якості досліджуваної води за всіма показниками шкідливості, що лімітують. Верхня межа – не встановлюється. Оптимальне число інгредієнтів чи показників, що враховують, – від 10 до 25, а достатність обсягу вихідної інформації визначається необхідною точністю оцінки. По кожному інгредієнту, що враховують, зазвичай проводиться перевірка даних на «характерність», і «типовість». Концентрації, що відповідають високому та екстремально високому забрудненню включають у розрахунки за умови надійності одержання даних. В курсовій роботі число інгредієнтів та показників, що враховують, є постійною величиною і складає 8.

Мінімальна кількість проб – 4 протягом року або одна у квартал (у гідрологічну фазу); максимальна кількість проб не обмежується. Зазвичай на промислових підприємствах проби води відбирають і аналізують раз на місяць, отже за рік матимемо 12 проб. Така кількість проб передбачена в курсовій роботі.

### **5.2.2. Етапи комплексної оцінки за допомогою питомого комбінаторного індексу забруднення води (ПКІЗВ)**

**Етап 1.** По кожній забруднюючій речовині визначають повторюваність випадків забруднення, тобто частоту виявлення концентрацій, що перевищують ГДК, %, як:

$$\alpha_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i} \cdot 100, \% \quad (5.6)$$

де  $N_{ГДК_i}$  – число результатів аналізу  $i$ -ої забруднюючої речовини за розглянутий проміжок часу, протягом якого її вміст перевищував відповідну

ГДК<sub>i</sub>;  $N_i$  – загальне число результатів хімічного аналізу, отриманих за розглянутий проміжок часу за  $i$ -ою речовиною. Наприклад, якщо в 3-х з 12 проб по аналізованому показнику спостерігалось перевищення ГДК, то  $\alpha_i = (3/12) \cdot 100 = 25\%$ .

За розрахованою величиною визначають за табл. 5.6 характер забруднення води й частковий оціночний бал повторюваності  $S_{\alpha_i}$ .

Таблиця 5.6 – Класифікація води за повторюваністю випадків забруднення –  $\alpha_i$

Повторюваність $\alpha_i$ , %	Характеристика забруднення води	Частковий оціночний бал по повторюваності $S_{\alpha_i}$	Частка часткового оціночного бала, що доводиться на 1% повторюваності
1–10	Одинична	1–2	0,11
10–30	Нестійка	2–3	0,05
30–50	Стійка	3–4	0,05
50–100	Характерна	4	–

*Примітка.* Якщо  $\alpha_i$  має проміжне значення, то визначення часткового оціночного бала виконують шляхом лінійної інтерполяції. Так, для  $\alpha_i = 25\%$  він складе  $S_{\alpha_i} = 2,75$ .

**Етап 2.** Для кожної  $i$ -ої забруднюючої речовини визначають середнє значення кратності перевищення ГДК ( $\bar{\beta}_i$ ), причому за результатами аналізу тільки тих проб, де спостерігається таке перевищення (проби, у яких фактична концентрація забруднюючої речовини була нижче ГДК, у розрахунок не включають):

$$\bar{\beta}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{N_{ГДК_i}}, \quad (5.7)$$

де  $\beta_i = \frac{C_i}{ГДК_i}$  – кратність перевищення ГДК  $i$ -ої речовини.

Для розчиненого у воді кисню окремо здійснюють визначення кратності перевищення нормативу (ГДК кисню) над його фактичною концентрацією за формулою:

$$\beta_{O_2} = \frac{ГДК_{O_2}}{C_{O_2}}, \quad (5.8)$$

де  $C_{O_2}$  – концентрація розчиненого у воді кисню, мг/дм<sup>3</sup>.

За обчисленим за формулою (5.7) значенням  $\bar{\beta}_i$  визначають рівень забруднення води по табл. 5.7 й оцінюють другий частковий оціночний бал  $S_{\beta_i}$ .

**Етап 3.** Визначають узагальнений оціночний бал  $S_i$  по кожній забруднюючій речовині з використанням двох отриманих часткових оціночних балів за формулою:

$$S_i = S_{\alpha_i} \cdot S_{\beta_i}. \quad (5.9)$$

Цей бал дає можливість урахувати одночасно значення спостережуваних

концентрацій та частоту виявлення випадків перевищення ГДК по кожній забруднюючій речовині. Його значення по кожній забруднюючій речовині окремо може змінюватися з ростом забруднення води від 1 до 16.

Таблиця 5.7 – Класифікація води за кратністю перевищення ГДК

Кратність перевищення ГДК	Рівень забруднення води	Частковий оціночний бал, $S_{\beta_i}$	Частка часткового оціночного бала, що доводиться на одиницю кратності перевищення ГДК
1-2	Низький	1-2	1,0
2-10	Середній	2-3	0,125
10-50	Високий	3-4	0,025
більше 50	Екстремально високий	4	0,025

**Примітки.** 1. Якщо кратність перевищення ГДК забруднювача ( $\beta_i$ ) має проміжне значення, то визначення часткового оціночного бала проводять із застосуванням лінійної інтерполяції, як і для  $S_{\alpha_i}$ . 2. Для розчиненого у воді кисню використовують наступні умовні градації кратності рівня забруднення: 1-1,5 – низький; 1,5-2 – середній; 2-3 – високий; більше 3 – екстремально високий; 3. Якщо концентрація розчиненого у воді кисню в пробі дорівнює 0, для розрахунку умовно приймають її рівної 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

**Етап 4.** Визначають комбінаторний індекс забруднення води (КІЗВ) за формулою:

$$KIZB = \sum_{i=1}^{N_i} S_i, \quad (5.10)$$

де  $N_i$  – число забруднюючих речовин, що враховують в оцінці.

**Етап 5.** Визначають питомий комбінаторний індекс забруднення води (ПКІЗВ) за формулою:

$$PKIZB = \frac{KIZB}{N_i}. \quad (5.11)$$

ПКІЗВ також використовується для оцінки рівня забруднення та є досить зручною та показовою характеристикою. Його використання обов'язково, якщо розрахунки проводили за різним числом інгредієнтів.

**Етап 6.** Виділяють критичні показники забруднення (КПЗ) води, для якого величина  $S_i \geq 9$ , тобто коли спостерігається стійке або характерне забруднення, а вода по своїй якості оцінюється як «дуже брудна» чи «екстремально брудна». При цьому для аналізу стану забруднення використовується число критичних показників забруднення (КПЗ) води –  $F$ .

**Етап 7.** Класифікують якість води за ступенем забруднення з урахуванням наступних даних: КІЗВ (комбінаторного індексу забруднення води); числа КПЗ води ( $F$ ); коефіцієнта запасу ( $k$ ); кількість врахованих в оцінці інгредієнтів та показників забруднення.

Коефіцієнт запасу  $k$  визначаємо за формулою:

$$k = 1 - 0,1 \cdot F, \quad (5.12)$$

де  $F$  – число КПЗ води.

Коефіцієнт запасу  $k$  уводиться далі в градації класів якості води додатково

до комбінаторного індексу забруднення води для оцінки у випадку виявлення концентрацій, близьких або сягаючих рівня високого чи екстремально високого забруднення. Його значення зменшується зі збільшенням числа КПЗ (від одиниці при відсутності КПЗ до 0,9 при одному КПЗ і т.д.). Причому коефіцієнт запасу –  $k$  розраховують при  $F \leq 5$ . Остаточне визначення класу якості води проводять за табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Класифікація якості води водотоків за значенням питомого комбінаторного індексу забруднення води

Клас і розряд	Характеристика стану забруднення води	Питомий комбінаторний індекс забруднення води (ПКІЗ)					
		без облік у КПЗ	залежно від числа що враховують КПЗ				
			$F=1$ ( $k=0,9$ )	$F=2$ ( $k=0,8$ )	$F=3$ ( $k=0,7$ )	$F=4$ ( $k=0,6$ )	$F=5$ ( $k=0,5$ )
1-й	Умовно чиста	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	Слабко забруднена	1-2	0,9-1,8	0,8-1,6	0,7-1,4	0,6-1,2	0,5-1,0
3-й	Забруднена	2-4	1,8-3,6	1,6-3,2	1,4-2,8	1,2-2,4	1,0-2,0
розряд «а»	забруднена	2-3	1,8-2,7	1,6-2,4	1,4-2,1	1,2-1,8	1,0-1,5
розряд «б»	дуже забруднена	3-4	2,7-3,6	2,4-3,2	2,1-2,8	1,8-2,4	1,5-2,0
4-й	Брудна	4-11	3,6-9,9	3,2-8,8	2,8-7,7	2,4-6,6	2,0-5,5
розряд «а»	брудна	4-6	3,6-5,4	3,2-4,8	2,8-4,2	2,4-3,6	2,0-3,0
розряд «б»	брудна	6-8	5,4-7,2	4,8-6,4	4,2-5,6	3,6-4,8	3,0-4,0
розряд «в»	дуже брудна	8-10	7,2-9,0	6,4-8,0	5,6-7,0	4,8-6,0	4,0-5,0
розряд «г»	дуже брудна	10-11	9,0-9,9	8,0-8,8	7,0-7,7	6,0-6,6	5,0-5,5
5-й	Екстремально брудна	білше 11	більше 9,9	більше 8,8	більше 7,7	більше 6,6	більше 5,5

**Примітка.** У випадку, коли  $F \geq 6$  і  $k \leq 0,4$ , воду без розрахунків відносять до 5-того класу її оцінюють як «екстремально брудна».

### 5.2.3. Послідовність комплексної оцінки забруднення води за гідрохімічними показниками

Комплексна оцінка ступеня забруднення стічної води підприємства виконується відповідно до наведених вище етапів за допомогою питомого комбінаторного індексу забруднення води (ПКІЗВ), що розраховують за результатами хімічного аналізу проб води представлених в таблицях, відповідно до варіантів (додаток 5.2.1 до підрозділу, де номер варіанту відповідає порядковому номеру студента в журналі або призначаються викладачем).

#### Порядок розрахунку.

1. Спочатку виконують розрахунок комбінаторного індексу забруднення води (КІЗВ), результати якого по кожній забруднюючій речовині (інгредієнту

чи показнику) представляються у вигляді табл. 5.9, що містить 9 стовпців, які заповнюють по чергово.

У стовпець 1 табл. 5.9 заносимо 8 передбачених курсовою роботою і хімічного складу води, наведених у таблиці вихідних даних, відповідно до варіантів (див. додаток 5.2.1 в кінці розділу).

У стовпець 2 з таблиці вихідних даних з варіантами заносимо число виконаних аналізів за рік (наприклад, якщо аналізи виконувалися 1 раз на місяць, то записуємо 12, а якщо є пропущені місяці по якійсь речовині, то цифра у відповідному рядку буде менше 12).

У стовпець 3 заносимо число (кількість) проб кожної забруднюючої речовини (показника), для якої є перевищення нормативу чи ГДК протягом 12 місяців (фактично кількість проб із перевищенням нормативу чи ГДК за рік), при цьому ГДК визначають з додатку 5.2.2 до підрозділу – «Критерії оцінки поверхневих вод для 16 показників або речовин», що зустрічаються у варіантах. Зазвичай  $N_{ГДК}$  може бути орієнтовно 3-5.

Таблиця 5.9 – Результати розрахунку комбінаторного індексу забруднення води

Інгредієнти чи показники забрудненості, наприклад	$N_i$	$N_{ГДК_i}$	$\alpha_i, \%$	$S_{\alpha_i}$	$\sum \beta_i = \sum_{i=1}^{N_{ГДК_i}} \frac{C_i}{ГДК_i}$	$\bar{\beta}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i}{N_{ГДК_i}}$	$S_{\beta_i}$	$S_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
O <sub>2</sub>								
БПК <sub>5</sub>								
СГ								
Феноли								
...								
Усього 8								
								$KIZB = \sum_{i=1}^{N_i} S_i$

Стовпець 4. Визначаємо повторюваність випадків перевищення ГДК по кожній забруднюючій речовині або показнику як  $\alpha_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i} \cdot 100\%$  де  $N_i$ ,  $N_{ГДК_i}$  вибирають з стовпчиків 2 та 3 табл. 5.9, відповідно до рядків.

За значенням повторюваності ( $\alpha_i$ ) визначаємо характер забруднення води по стійкості забруднення відповідно до табл. 5.6.

Стовпець 5. За значеннями повторюваності ( $\alpha_i$ ) на підставі даних табл. 5.6 визначаємо оціночний бал  $S_{\alpha_i}$  для кожного інгредієнту чи показника у рядку.

Стовпець 6. Визначаємо сумарну кратність перевищення ГДК для тих проб, де було перевищення ГДК, і так по кожному з 8-и інгредієнтів чи показників за розглянутий розрахунковий період. (Нагадуємо, що для показника розчиненого у воді кисню – O<sub>2</sub> визначають кратність зниження

вмісту кисню від рівня його ГДК, тобто обчислення здійснюється, як зазначалось, за формулою  $\beta_{O_2} = \frac{ГДК_{O_2}}{C_{O_2}}$ , де  $C_{O_2}$  – фактична концентрація розчиненого у воді кисню, мг/дм<sup>3</sup>).

Стовпець 7. Визначаємо середнє значення кратності перевищення ГДК по кожній забруднюючій речовині (показнику), тобто значення зі стовпчика 6 ділимо на відповідне значення стовпчика 3.

Стовпець 8. За значеннями визначеної середньої кратності  $-\bar{\beta}_i$  і даними табл. 5.7, визначаємо відповідний оціночний бал  $S_{\beta_i}$  по кожній забруднюючій речовині (інгредієнту чи показнику).

Нагадуємо, що визначення дробових значень балів як  $S_{\alpha_i}$ , так і  $S_{\beta_i}$  проводиться із застосуванням лінійної інтерполяції. Наприклад, якщо  $\bar{\beta}_i = 18,7$ , то відповідно до табл. 5.7, що відповідає цьому значенню бал перебуває між 3 (відповідає  $\bar{\beta}_i = 10$ ) й 4 (відповідає  $\bar{\beta}_i = 50$ ). Отже частка оціночного бала, що доводиться на одиницю  $\bar{\beta}_i$ , у цих межах становить 0,025 (табл. 5.7, останній стовпчик). Тому, щоб одержати значення бала для  $\bar{\beta}_i = 18,7$ , необхідно розрахувати  $S_{\beta_i} = 3 + 8,7 \times 0,025 = 3,2175$ . За визначеним значенням  $S_{\beta_i}$  оцінюємо відповідний рівень забруднення води згідно з табл. 5.7 (другий стовпчик).

Стовпець 9. Визначаємо узагальнені оціночні бали по кожній забруднюючій речовині (показнику) як  $S_i = S_{\alpha_i} \cdot S_{\beta_i}$ , заносючи їх у відповідний рядок та визначаємо значення комбінаторного індексу забруднення води як суму узагальнених оціночних балів:  $KIЗ = \sum_{i=1}^{N_i} S_i$ , тобто визначаємо суму елементів стовпчика 9.

Переходимо до визначення питомого комбінаторного індексу забруднення води як  $PKIЗВ = \frac{KIЗВ}{N}$ , де  $N$  – кількість забруднюючих речовин, що в роботі складає  $N=8$ .

Далі за значеннями узагальнених оцінних балів ( $S_i$ ) і умові  $S_i \geq 9$  визначаємо число  $F$  критичних показників забруднення (КПЗ), тобто кількість забруднюючих речовин або показників (з 8 наявних), по яких отримані значення  $S_i \geq 9$ . Наприклад, якщо для трьох з восьми інгредієнтів  $S_i \geq 9$ , то  $F=3$ .

Маючи значення  $F$ , визначаємо коефіцієнт запасу  $k$ , що розраховується при  $F \leq 5$  як  $k = 1 - 0,1 \cdot F$ . Якщо  $F > 5$ , відразу визначаємо клас забруднення по табл. 5.8.

Насамкінець визначаємо клас забруднення води за значеннями  $PKIЗВ$ , відповідно числу  $F$  (число КПЗ) або коефіцієнту запасу  $k$  по табл. 5.8 (клас одержуємо в стовпці «Характеристика стану забруднення води»). У випадку, коли  $F \geq 6$  й  $k \leq 0,4$ , воду без розрахунків відносять до 5-го класу й оцінюють як «екстремально брудна».

**Висновок** (Пропонується надати за запропонованим шаблоном)

1. Для всіх інгредієнтів забруднення стічної води протягом року

характерне стійке забруднення, що підтверджується найбільшими значеннями оцінних балів повторюваності ( $S_{\alpha}=4$ ). Відповідно до класифікації води за повторюваністю випадків забруднення  $S_{\alpha}$  (табл. 5.6), забруднення води за всіма розглянутими гідрохімічними показниками оцінюється як «характерна». Рівень забруднення води цими інгредієнтами різний.

По забруднювачам (назвати яким) спостерігався низький рівень забруднення води (від 1 до 2). Значення оцінних балів ( $S_{\beta_i}$ ) для цих інгредієнтів не перевищували \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, відповідно.

Для забруднюючих речовинах: (перелічити) мав місце середній рівень забруднення (від 2 до 3). Оцінні бали ( $S_{\beta_i}$ ) для них становили \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, відповідно.

Для забруднюючих речовин (перелічити) характерний високий рівень забруднення (від 3 до 4). Оцінні бали ( $S_{\beta_i}$ ) по цих інгредієнтах становили \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, відповідно.

Найбільшу частку в загальну оцінку ступеня забруднення води вносять: (перелічити всі забруднюючі речовини, для яких  $S_i \geq 9$ ). Загальні оціночні бали цих інгредієнтів становлять \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, відповідно, що відносить їх до критичних показників забруднення стічної води підприємства, на які необхідно звернути увагу при плануванні й здійсненні водоохоронних заходів.

2. Ступінь забруднення стічної води підприємства за розглянутий проміжок часу характеризується за табл. 5.8, як «\_\_\_\_\_», що обумовлено перевищенням існуючих нормативів (ГДК) за (указати число) \_\_\_\_\_ гідрохімічних показників (взяти кількість  $N_{ГДК}$  зі стовпця 3 табл. 5.9). Із числа останніх особливо виділяються своїм високим забруднюючим ефектом (указати число) та ( $F=$ \_\_) цих показників хімічного складу води: \_\_\_\_\_ (перелічити ці забруднюючі речовини). По кожному з них за розглянутий проміжок часу спостерігалось характерне забруднення високого рівня.

#### Додаток 5.2.1

Вихідні дані до розрахунку якості води за гідрохімічними показниками

##### Варіант 1

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub> *	СГ	Fe <sub>заг</sub>	N <sub>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub>	N <sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sub>	НП**	Cu <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>
14.I	3,00	394,0	0,56	0,21	9,00	0,85	-	0,001
13.II	1,94	290,5	0,21	0,17	8,50	0,70	0,001	0,001
11.III	2,47	297,4	0,59	0,42	8,00	0,85	0,002	0,006
15.IV	2,27	340,8	0,67	0,45	9,00	0,98	0,001	0,004
12.V	2,56	388,2	0,15	0,46	10,0	0,95	-	0,008
09.VI	3,32	363,4	0,74	0,40	8,40	0,70	0,001	0,001
13.VII	5,65	265,7	0,60	0,21	8,50	0,75	0,001	0,001
12.VIII	5,30	266,6	0,19	0,26	9,50	0,85	0,006	0,010
10.IX	6,70	375,5	0,80	0,68	9,20	0,85	0,001	0,002
14.X	3,90	287,3	0,77	0,12	9,20	0,95	0,011	0,010
18.XI	1,11	376,9	0,32	0,33	9,40	0,80	0,008	0,001
16.XII	1,50	277,4	0,60	0,39	9,50	0,87	0,001	0,001

Примітка \* – тут і далі БСК<sub>5</sub> має розмірність мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; \*\* – НП (нафтопродукти)



Варіант 2

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N <sub>NO2-</sub>	Феноли	СПАР	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	5,04	235,5	0,320	0,003	0,32	0,021	0,016	0,042
13.II	7,43	214,3	-	0,001	0,34	0,022	0,015	0,031
11.III	8,56	252,1	0,380	0,001	0,35	0,035	0,017	0,054
15.IV	7,91	158,6	0,330	0,001	0,21	0,027	0,019	0,043
12.V	-	-	0,390	0,001	0,11	0,005	0,010	0,062
09.VI	7,44	135,6	-	0,006	0,12	0,009	0,018	0,031
13.VII	-	125,4	0,550	0,002	0,11	0,029	0,020	0,038
12.VIII	5,01	135,8	0,025	0,001	0,19	0,002	0,014	0,029
10.IX	10,3	-	0,120	0,001	0,11	0,021	0,012	0,024
14.X	8,96	158,4	0,640	0,001	0,20	0,008	0,019	0,022
18.XI	6,40	225,3	0,230	0,004	0,22	0,012	0,021	0,021
16.XII	5,06	287,6	0,210	0,001	0,19	0,015	0,019	0,021

Варіант 3

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>заг</sub>	N <sub>NH4+</sub>	НП	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
14.I	4,05	201,0	0,60	0,45	0,20	0,068	0,008	0,010
13.II	2,32	222,3	0,80	0,56	0,10	0,240	0,005	0,010
11.III	3,15	156,4	0,40	0,84	0,05	0,250	0,001	0,029
15.IV	2,25	-	0,50	0,27	0,05	-	0,009	0,008
12.V	2,30	150,7	1,00	0,67	0,05	0,150	0,010	0,018
09.VI	3,20	195,6	0,90	-	0,05	0,090	0,054	0,004
13.VII	6,45	196,1	2,50	0,57	0,05	0,190	0,012	0,005
12.VIII	6,10	198,4	1,23	0,59	0,15	0,020	0,016	0,004
10.IX	5,10	-	0,60	0,98	0,05	0,029	0,004	0,027
14.X	4,50	187,9	0,70	0,75	0,05	0,047	0,010	0,006
18.XI	2,10	298,1	0,60	0,28	0,35	0,078	0,007	0,008
16.XII	2,20	301,3	0,48	0,47	0,55	0,056	0,006	0,019

Варіант 4

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl	N <sub>NO3-</sub>	N <sub>NO2-</sub>	Феноли	СПАР	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	3,25	270	0,21	0,100	0,013	0,10	0,001	0,037
13.II	6,12	390	0,45	0,110	0,001	0,10	0,001	0,001
11.III	8,12	380	0,41	0,100	0,001	0,19	0,004	0,001
15.IV	-	300	0,08	0,060	0,037	0,08	0,001	0,001
12.V	7,21	280	0,09	0,020	0,026	0,07	0,001	0,038
09.VI	7,06	370	10,5	0,020	0,015	0,12	-	0,001
13.VII	3,12	355	11,3	0,010	0,001	0,04	0,001	0,021
12.VIII	4,17	256	0,10	0,010	0,001	0,16	0,020	0,001
10.IX	6,23	350	1,42	0,060	0,001	0,02	0,003	0,005
14.X	9,54	270	0,23	0,120	0,001	0,10	0,009	0,041
18.XI	8,98	380	0,28	0,210	0,009	0,10	0,001	0,001
16.XII	10,2	350	0,23	0,220	0,023	0,16	0,002	0,046

Варіант 5

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	Cl <sup>-</sup>	Fe <sub>заг</sub>	N <sub>NO2-</sub>	НП	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
14.I	1,20	74,0	0,94	0,250	0,15	0,001	0,024	0,010
13.II	1,54	80,3	0,24	0,310	0,25	0,007	0,034	0,010
11.III	4,56	87,5	0,55	0,370	0,15	0,001	0,028	0,019
15.IV	0,58	30,1	0,66	0,320	0,18	0,031	0,017	0,010
12.V	2,97	78,3	-	0,380	0,15	0,006	0,015	-
09.VI	0,54	53,7	0,55	0,160	0,40	0,001	-	0,020
13.VII	5,75	55,2	0,22	-	0,30	0,011	0,029	-
12.VIII	0,75	56,1	-	0,019	0,40	0,001	0,002	0,010
10.IX	3,65	65,1	0,73	0,060	0,15	0,001	0,021	0,018
14.X	0,50	77,5	0,99	-	0,40	0,001	0,008	0,010
18.XI	4,60	66,0	0,40	0,160	0,25	0,008	0,012	0,016
16.XII	7,80	67,8	0,67	0,180	0,30	0,001	0,015	0,010

Варіант 6

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N <sub>NO3-</sub>	N <sub>NH4+</sub>	Феноли	СПАР	Cr <sup>6+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	9,25	84,5	82,0	0,45	0,020	0,12	0,005	0,055
13.II	9,42	95,2	22,0	0,56	0,015	0,14	0,006	0,065
11.III	9,54	90,6	42,0	0,24	0,020	0,15	0,004	0,060
15.IV	9,90	75,8	13,0	0,27	0,008	0,11	0,005	0,082
12.V	9,70	85,5	56,0	0,27	0,007	0,11	0,001	0,095
09.VI	10,5	86,7	24,0	-	0,007	0,12	0,001	0,045
13.VII	8,27	94,6	77,1	0,57	0,019	0,04	0,009	0,025
12.VIII	8,73	-	69,2	0,59	0,014	0,06	0,007	0,020
10.IX	10,1	88,5	14,2	0,98	0,013	0,02	0,008	0,057
14.X	9,90	96,2	10,5	0,75	0,014	0,10	0,010	0,058
18.XI	8,45	99,3	46,2	0,28	0,018	0,10	0,020	0,095
16.XII	10,0	88,9	13,0	0,67	0,012	0,16	0,015	0,065

Варіант 7

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N <sub>NO2-</sub>	N <sub>NH4+</sub>	НП	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	6,05	356	214,4	0,300	8,20	0,75	0,023	0,123
13.II	7,47	297	211,6	0,310	8,30	0,80	0,024	0,231
11.III	6,58	474	156,8	0,370	9,50	0,75	0,022	0,098
15.IV	9,97	451	142,1	0,850	9,20	0,85	0,021	0,210
12.V	8,79	323	-	0,019	9,20	0,85	0,044	0,068
09.VI	9,45	441	196,7	0,060	9,40	0,95	0,021	0,085
13.VII	8,27	463	157,2	0,079	8,50	0,85	0,028	0,095
12.VIII	8,78	312	208,4	0,160	9,20	0,90	0,043	0,432
10.IX	9,39	-	-	0,180	9,20	0,85	0,019	0,213
14.X	9,92	345	129,4	0,660	9,20	0,85	0,018	0,085
18.XI	8,43	465	245,4	0,160	9,00	0,90	0,019	0,085
16.XII	10,7	445	178,3	0,180	8,23	0,97	0,009	0,123

Варіант 8

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	Fe <sub>заг</sub>	N <sub>NO3-</sub>	Феноли	СПАР	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
14.I	2,90	0,05	20,51	0,006	0,25	0,022	0,002	0,092
13.II	2,94	0,03	50,75	0,001	0,26	0,004	0,001	0,087
11.III	1,76	0,09	40,21	0,001	0,29	0,005	0,001	0,045
15.IV	-	0,08	40,28	0,005	0,12	0,027	0,002	0,076
12.V	3,77	0,05	50,39	0,004	0,14	0,005	0,001	0,019
09.VI	1,84	0,07	40,59	0,003	0,14	0,019	0,003	0,062
13.VII	-	0,04	50,34	0,001	0,18	0,009	0,001	0,036
12.VIII	4,95	0,03	60,90	0,001	-	0,002	-	0,046
10.IX	1,85	0,08	50,78	0,001	0,12	0,009	-	0,051
14.X	1,90	0,08	40,53	0,003	0,21	0,007	0,009	0,043
18.XI	3,90	0,04	30,18	0,000	0,21	0,038	0,001	0,065
16.XII	2,30	0,08	20,13	0,004	0,21	0,002	0,005	0,025

Варіант 9

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>заг</sub>	N <sub>NO3-</sub>	Феноли	СПАР	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	5,31	157,2	0,61	16,0	0,001	0,19	-	0,031
13.II	4,85	208,4	0,82	24,0	0,007	0,08	-	0,041
11.III	6,53	185,5	0,02	-	0,021	0,15	0,013	0,021
15.IV	0,15	129,4	0,04	19,2	-	0,12	0,010	0,051
12.V	5,55	245,4	0,66	14,2	-	0,10	0,010	-
09.VI	5,32	174,9	0,08	10,5	0,008	-	0,017	0,061
13.VII	6,64	191,3	0,57	12,3	0,005	0,04	0,026	0,021
12.VIII	7,23	196,3	0,99	14,2	0,001	0,22	0,010	0,011
10.IX	8,05	152,3	0,05	23,3	0,011	0,01	0,010	0,011
14.X	3,12	256,3	0,06	12,9	0,001	0,10	0,020	0,051
18.XI	2,16	196,9	0,77	9,80	-	0,33	0,033	0,091
16.XII	2,50	156,3	0,09	8,70	-	-	0,015	0,041

Варіант 10

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	N <sub>NO2-</sub>	N <sub>NH4+</sub>	НП	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>
14.I	3,06	365,2	0,012	0,22	0,15	0,004	0,044	0,009
13.II	4,23	56,1	0,012	0,21	0,05	0,001	0,054	0,008
11.III	7,56	565,1	0,011	0,25	0,08	0,001	0,035	0,009
15.IV	6,51	477,5	0,011	0,26	0,05	0,005	0,027	0,007
12.V	6,71	86,5	0,012	0,28	-	-	0,025	0,005
09.VI	7,44	67,8	-	0,32	-	-	0,019	0,004
13.VII	5,26	74,0	0,015	0,12	-	0,006	0,029	0,001
12.VIII	4,71	80,3	0,013	0,25	0,09	0,001	0,022	0,002
10.IX	5,31	487,5	0,014	0,12	0,11	0,001	0,040	0,001
14.X	6,96	30,1	0,003	0,23	0,09	0,006	0,027	0,001
18.XI	6,40	78,3	0,020	0,25	0,05	0,001	0,032	0,002
16.XII	9,62	553,7	0,015	0,36	0,06	0,008	0,022	0,002

Варіант 11

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N <sub>NO3</sub> <sup>-</sup>	N <sub>NO2</sub> <sup>-</sup>	СПАР	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
14.I	8,12	86,5	152,5	0,68	0,370	0,14	0,011	-
13.II	9,02	67,8	150,7	0,12	0,320	0,18	0,001	0,034
11.III	7,21	374,0	195,6	-	0,380	0,17	0,007	0,024
15.IV	-	80,3	196,1	0,39	0,160	0,12	0,001	0,025
12.V	6,12	87,5	-	0,21	-	0,21	0,026	0,017
09.VI	3,25	474,0	286,7	0,17	0,019	0,25	0,001	0,015
13.VII	3,12	80,3	94,6	0,42	0,060	0,26	-	0,009
12.VIII	4,17	287,5	387,4	0,45	0,012	0,29	0,003	0,019
10.IX	6,23	330,1	88,5	0,46	0,015	0,12	0,001	0,002
14.X	8,98	78,3	96,2	0,40	0,013	0,14	0,028	0,030
18.XI	9,54	483,4	174,9	0,21	0,014	0,21	0,001	0,017
16.XII	10,2	295,2	191,3	0,26	-	0,21	0,004	0,012

Варіант 12

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	Fe <sub>общ</sub>	N <sub>NH4</sub> <sup>+</sup>	Феноли	НП	Cr <sup>6+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	2,52	0,64	8,50	0,010	0,85	0,002	0,016	0,001
13.II	3,32	0,03	9,20	0,009	0,90	0,001	0,016	0,002
11.III	5,65	0,08	9,20	0,009	0,85	-	0,011	0,001
15.IV	5,30	0,08	9,20	0,009	-	0,006	0,023	0,001
12.V	6,70	0,54	9,00	0,009	0,80	-	0,015	-
09.VI	3,00	0,08	8,23	0,008	-	0,001	0,015	0,001
13.VII	3,90	0,05	8,20	0,008	0,85	0,001	0,012	0,001
12.VIII	2,27	0,03	8,30	0,008	0,85	-	0,017	0,001
10.IX	1,94	0,09	9,50	0,013	0,95	0,009	0,015	0,001
14.X	2,47	0,68	9,20	0,014	0,85	0,008	0,016	0,006
18.XI	1,11	0,05	9,20	0,018	0,90	0,009	0,009	0,001
16.XII	1,50	0,57	9,40	0,012	0,97	0,007	0,012	0,001

Варіант 13

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>общ</sub>	N <sub>NO3</sub> <sup>-</sup>	НП	СПАР	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	3,32	156,8	0,66	0,39	0,85	0,03	0,002	0,210
13.II	5,65	142,1	0,08	0,21	0,90	0,04	0,002	0,068
11.III	5,30	201,2	-	0,17	0,85	0,22	0,001	0,085
15.IV	6,70	196,7	0,09	60,42	0,85	0,01	0,004	0,095
12.V	3,90	157,2	0,55	0,45	0,90	0,15	-	0,432
09.VI	1,11	208,4	0,06	40,68	0,75	0,03	0,001	0,213
13.VII	1,50	185,5	-	50,12	0,80	0,06	0,008	0,123
12.VIII	3,00	214,4	0,02	0,33	0,75	0,19	-	-
10.IX	1,94	211,6	-	0,46	0,85	-	0,001	0,098
14.X	2,47	129,4	0,04	0,40	0,85	0,05	0,003	0,085
18.XI	2,27	245,4	0,67	60,21	0,95	0,02	-	0,085
16.XII	2,57	178,3	0,79	0,26	0,97	0,10	0,001	0,123

Варіант 14

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	N <sub>NO2<sup>-</sup></sub>	N <sub>NH4<sup>+</sup></sub>	Феноли	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>	Ni <sup>2+</sup>
14.I	9,02	55,2	0,330	0,24	0,007	0,029	-	0,028
13.II	7,21	56,1	0,390	0,27	0,007	0,034	0,001	-
11.III	7,06	65,1	0,170	0,27	0,019	0,019	0,001	0,005
15.IV	3,12	77,5	0,550	0,36	0,014	0,002	0,006	0,014
12.V	4,17	66,0	0,025	0,57	0,013	0,030	0,008	-
09.VI	3,25	74,0	0,320	0,59	0,020	0,017	-	0,016
13.VII	6,12	80,3	0,330	0,45	0,015	0,024	0,001	0,008
12.VIII	8,12	87,5	0,380	0,56	0,020	0,025	0,001	0,017
10.IX	6,23	30,1	0,120	0,98	0,008	-	0,004	0,010
14.X	9,54	78,3	0,640	0,75	0,014	0,015	-	0,009
18.XI	8,98	53,7	0,230	0,28	0,018	-	0,001	0,018
16.XII	10,2	67,8	-	0,47	0,012	0,012	0,005	0,009

Варіант 15

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	N <sub>NO3<sup>-</sup></sub>	Феноли	НП	Cr <sup>6+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	8,91	323	51,3	-	0,85	0,005	0,019	0,089
13.II	7,71	441	0,10	0,003	0,80	0,001	0,062	0,061
11.III	8,44	463	0,21	0,003	0,85	-	0,036	0,021
15.IV	7,26	512	0,45	0,002	0,90	0,009	0,046	0,011
12.V	7,71	413	0,41	0,001	0,85	0,007	0,051	-
09.VI	10,3	356	0,08	-	0,85	-	0,092	0,051
13.VII	5,14	297	0,09	-	0,90	0,005	0,087	-
12.VIII	9,43	474	10,5	0,001	0,80	0,006	0,045	0,041
10.IX	8,56	451	1,42	0,006	0,95	0,004	0,076	0,031
14.X	8,96	345	0,23	-	0,88	0,010	0,043	0,041
18.XI	7,40	465	50,28	0,010	0,90	0,020	0,065	0,021
16.XII	11,6	235	60,23	0,005	0,97	0,015	0,025	0,051

Варіант 16

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	БСК <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>общ</sub>	N <sub>NO2<sup>-</sup></sub>	N <sub>NH4<sup>+</sup></sub>	СПАР	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
14.I	1,85	245,4	0,08	0,250	9,20	0,17	0,023	0,170
13.II	2,80	174,9	0,04	0,310	9,40	0,12	0,024	0,150
11.III	1,85	191,3	0,63	0,370	8,50	0,21	0,022	0,090
15.IV	2,90	196,3	0,08	0,320	9,20	0,25	0,021	0,190
12.V	1,85	152,3	0,58	0,380	9,20	0,26	0,044	0,020
09.VI	3,90	157,2	0,44	0,160	9,20	0,29	0,021	0,029
13.VII	2,80	208,4	0,75	0,230	9,00	0,12	0,032	0,068
12.VIII	1,95	185,5	0,03	0,019	8,23	0,14	0,032	0,240
10.IX	5,88	129,4	0,39	0,060	8,20	0,18	0,037	0,250
14.X	3,85	256,3	0,48	0,125	8,30	0,14	0,035	0,047
18.XI	0,90	196,9	0,25	0,160	9,50	0,21	0,011	0,078
16.XII	1,97	156,3	0,07	0,180	9,20	0,21	0,011	0,056

Варіант 17

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	O <sub>2</sub>	N <sub>NO2-</sub>	СПАР	N <sub>NH4+</sub>	НП	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Феноли
14.I	7,34	0,27	0,17	0,54	0,31	0,004	0,023	0,011
13.II	8,21	0,19	-	0,59	0,26	0,001	0,019	0,008
11.III	8,47	0,24	0,21	-	0,21	0,003	-	0,006
15.IV	7,06	-	-	0,47	0,18	0,001	0,015	0,006
12.V	6,12	0,21	0,13	0,55	0,15	-	0,026	0,003
09.VI	5,45	-	0,16	-	0,22	0,002	0,029	-
13.VII	5,08	0,16	0,24	0,62	-	0,016	-	-
12.VIII	5,79	0,12	0,27	0,66	0,14	0,011	0,018	0,002
10.IX	6,33	-	0,18	-	0,17	0,007	0,013	0,002
14.X	6,86	0,13	-	0,51	0,26	-	0,020	0,001
18.XI	6,92	0,1	0,15	0,44	-	0,005	0,016	-
16.XII	8,14	0,18	0,2	0,56	0,37	0,003	0,02	0,001

Варіант 18

Дата	Концентрація інгредієнтів і показників хімічного складу води, мг/дм <sup>3</sup>							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	N <sub>NO3-</sub>	Fe <sub>общ</sub>	N <sub>NO2-</sub>	СПАР	Zn <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
14.I	233,7	40,93	0,53	0,09	0,26	0,017	0,026	0,034
13.II	163,5	44,26	0,47	0,07	0,15	0,024	-	0,029
11.III	121,4	48,32	0,67	0,12	0,22	0,015	0,018	-
15.IV	99,9	50,64	-	0,09	0,19	0,009	0,015	0,037
12.V	87,3	55,82	0,63	-	-	0,027	0,01	0,041
09.VI	135,6	41,74	0,74	0,04	0,31	0,031	0,006	0,035
13.VII	116,3	45,62	-	0,14	0,27	-	-	-
12.VIII	109,7	39,35	0,69	0,13	0,38	0,014	0,024	-
10.IX	91,4	37,29	0,57	0,08	-	0,005	0,031	0,047
14.X	95,5	47,69	0,41	-	0,24	-	0,017	0,026
18.XI	131,7	43,21	-	0,23	0,16	0,016	0,025	0,038
16.XII	162,8	48,77	0,73	0,37	0,18	0,016	0,014	0,046

Додаток 5.2.2

Критерії оцінки поверхневих вод для 16 типових показників або речовин

№ п/п	Інгредієнти та показники	Показник, що лімітує, шкідливість	Гранично допустима концентрація, мг/л (дм <sup>3</sup> )
1	Розчинений кисень	загальні вимоги	- у зимовий (підлідний) період повинна бути не менш 4,0; - у літній (відкритий) – не менш 5,0
2	БСК <sub>5</sub>	загальні вимоги	2,0
3	Амоній сольовий (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	токсикологічний	0,5
4	Нітрат-іон (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	санітарно-токсикологічний	40,0
5	Нітрит-іон (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	токсикологічний	0,08
6	Нафта та нафтопродукти	рибогосподарський	0,05
7	Феноли	рибогосподарський	0,001
8	СПАР аніон-активні	токсикологічний	0,1
9	Залізо (Fe <sup>3+</sup> )	органолептичний	0,5
10	Мідь (Cu <sup>2+</sup> )	токсикологічний	0,001

№ п/п	Інгредієнти та показники	Показник, що лімітує, шкідливість	Гранично допустима концентрація, мг/л (дм <sup>3</sup> )
11	Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	токсикологічний	0,01
12	Хром (Cr <sup>6+</sup> )	санітарно-токсикологічний	0,001
13	Нікель (Ni <sup>2+</sup> )	токсикологічний	0,01
14	Свинець (Pb <sup>2+</sup> )	санітарно-токсикологічний	0,03
15	Сульфати (аніон) (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	санітарно-токсикологічний	100,0
16	Хлориди (аніон) (Cl <sup>-</sup> )	санітарно-токсикологічний	300,0

### 5.3. Методичні вказівки до виконання завдання 3

Рекомендована предметна назва підрозділу: **Оцінка якості ґрунтів за межею санітарно-захисної зони підприємства за рівнем їх забруднення хімічними речовинами**

#### 5.3.1. Загальні положення методу оцінки забруднення ґрунтів

Речовини, що викидаються або скидаються чи складаються у вигляді відходів промисловими підприємствами, об'єктами енергетики, транспорту, сільського господарства, потрапляють у ґрунт і створюють нові комплекси хімічних елементів. Із ґрунту ці речовини мігрують у повітряне та водне середовище, у тканини рослин, та насамкінець – в організм людини. Особливу небезпеку представляють важкі метали, характер токсичної дії яких ілюструється даними табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Ефекти виборчої токсичності при забрудненні середовища важкими металами

Метал	Головний вплив на здоров'я людини
Миш'як	Рак легенів; наскірні хвороби; гематологічні ефекти, включаючи анемію
Берилій	Дерматити, виразки; запалення слизових оболонок
Кадмій	Злоякісні новоутворення; гострі й хронічні респіраторні захворювання; ниркова дисфункція
Хром	Рак легенів; злоякісні утворення в шлунково-кишковому тракті; дерматити
Свинець	Порушення процесів кровотворення; ушкодження печінки й нирок; неврологічні ефекти
Ртуть	Вплив на нервову систему, включаючи короткострокову пам'ять; порушення сенсорних функцій і координації; ниркова недостатність
Нікель	Респіраторні захворювання (астма, порушення дихальної системи); генетичні вади й каліцтва; рак носа й легенів
Ванадій	Астма; нервові розлади; зміни в крові

Основним критерієм при оцінці рівня забруднення ґрунту є ГДК забруднюючих речовин в його орному шарі.

Існують чотири різновиди ГДК, що відповідають наступним показникам

шкідливості, що лімітують:

- транс-локаційний – характеризує перехід хімічних речовин із ґрунту через кореневу систему в зелену масу та плоди рослин;
- міграційний повітряний – характеризує перехід хімічних речовин із ґрунту в атмосферу;
- міграційний водний – характеризує перехід хімічних речовин із ґрунту в підземні ґрунтові води та джерела води;
- загально-санітарний – характеризує вплив хімічних речовин на мікробіоценози та здатність ґрунтів до самоочищення.

Найменший із допустимих рівнів вмісту речовини є таким, що лімітує, отже він приймається за ГДК речовини, тому що відбиває найбільш уразливий шлях впливу даного токсиканта. Разом з тим, головним показником при обґрунтуванні ГДК хімічних речовин у ґрунті є транс-локаційний показник шкідливості, оскільки він визначає ступінь накопичення токсикантів у продуктах харчування рослинного походження, з якими в організм людини надходить до 70% шкідливих речовин.

При оцінці небезпеки забруднення ґрунтів хімічними речовинами необхідно враховувати наступні закономірності.

1. Небезпека забруднення тим вище, чим більшою мірою фактичний вміст шкідливих речовин у ґрунті  $C$ , мг/кг перевищує ГДК, мг/кг, тобто чим більше значення коефіцієнта небезпеки забруднення ґрунту –  $K_0$  перевищує одиницю, причому зазначений коефіцієнт визначається як:

$$K_0 = \frac{C}{ГДК}. \quad (5.13)$$

2. Небезпека забруднення тим вище, чим вище клас небезпеки шкідливих речовин відповідно до даних табл. 5.11.

3. Небезпека забруднення тим вище, чим нижче буферні властивості ґрунтів. Під буферністю ґрунту розуміється сукупність властивостей ґрунту, що визначають його бар'єрну функцію, яка, у свою чергу, обумовлює рівні вторинного забруднення середовищ, що контактують із ґрунтом: рослинність, атмосферне повітря, поверхневі і підземні води.

Таблиця 5.11 – Віднесення хімічних речовин, що надходять у ґрунт, до класів небезпеки

Клас небезпеки	Хімічна речовина
I	Миш'як, кадмій, ртуть, свинець, селенів, цинк, фтор, бенз(а)пірен
II	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурма, хром
III	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенол

Буферність обумовлюють тонко-дисперсні часточки ґрунту, що визначають його механічний склад, органічна речовина (гумус), а також показник рН ґрунту. Небезпека забруднення при рівних інших умовах буде більшою для ґрунтів із рН<7, меншим вмістом гумусу та легким механічним складом.



Оцінка небезпеки забруднених ґрунтів проводиться роздільно для територій сільськогосподарського використання та для населених пунктів.

### 5.3.2. Гігієнічна оцінка ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках, що знаходяться поблизу промислових підприємств

Небезпека забруднення ґрунтів, що використовують для вирощування сільськогосподарських рослин, визначається за табл. 5.12 та 5.13.

Таблиця 5.12 – Категорії забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення хімічними речовинами та можливість їх використання

Категорія забруднення ґрунтів	Характеристика забруднення	Можливе використання території	Пропоновані заходи
I. Припустима	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове, але не вище ГДК	Під будь-які культури	Зниження рівня впливу джерел забруднення ґрунту. Зниження доступності токсикантів для рослин (вапнування, внесення органічних добрив і т.п.)
II. Помірковано небезпечна	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує їх ГДК при загально-санітарних, міграційних водних і міграційному повітряному показниках шкідливості, що лімітують, але нижче припустимого рівня за транс-локаційним показником	Під будь-які культури за умови контролю якості сільськогосподарських рослин	Заходи, аналогічні категорії I. При наявності речовин з міграційними водними або міграційним повітряним показниками, що лімітують, проводиться контроль за вмістом цих речовин у зоні дихання сільськогосподарських робітників й у воді місцевих водних джерел
III. Високо небезпечна	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує їх ГДК при транс-локаційному показнику шкідливості, що лімітують	Під технічні культури. Під с/г культури обмежено з урахуванням рослин-концентраторів	1. Крім заходів, зазначених для категорії II, обов'язковий контроль за вмістом токсикантів у рослинах – продуктах харчування й кормах. 2. При необхідності вирощування рослин – продуктів харчування – рекомендується їхнє перемішування із продуктами, вирощеними на чистому ґрунті. 3. Обмеження використання зеленої маси на корм худобі з урахуванням рослин-концентраторів.
IV. Надзвичайно небезпечна	Вміст хімічних речовин перевищує ГДК у ґрунті за всіма показниками шкідливості	Під технічні культури або виключення із сільськогосподарського використання. Лісозахисні смуги.	Заходи щодо зниження рівня забруднення й зв'язуванню токсикантів у ґрунті. Контроль за вмістом токсикантів у зоні дихання с/г робітників й у воді місцевих водних джерел

Таблиця 5.13 – ГДК хімічних речовин у ґрунті та допустимі рівні їх вмісту за показниками шкідливості

Найменування речовини	ГДК, мг/кг, ґрунту з урахуванням фону	Показники шкідливості			
		транс-локаційний	міграційний		Загально-санітарний
			водний	повітряний	
<b>Рухома форма</b>					
Мідь <sup>1</sup>	3,0	3,5	72,0	-	3,0
Нікель <sup>1</sup>	4,0	6,7	14,0	-	4,0
Цинк <sup>1</sup>	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Кобальт <sup>2</sup>	5,0	25,0	Більше 1000	-	5,0
<b>Водорозчинна форма</b>					
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
<b>Валовий вміст</b>					
Сурма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганець	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадій	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганець + ванадій	1000,0+100,0	1500,0+150,0	2000,0+200,0	-	1000,0+100,0
Свинець	30,0	35,0	260,0	-	30,0
Миш'як	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинець + ртуть	20,0 +1,0	20,0+1,0	30,0+2,0	-	30,0+2,0
Хлористий калій	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
Нітрати	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пірен (БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Ізопропілбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфапетилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилоли	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
<b>Сірчисті з'єднання:</b>					
сірководень	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
елементарна сірка	160,0	180,0	380,0	-	160,0
сірчана кислота	160,0	180,0	380,0	-	160,0
ВФВ <sup>3</sup>	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГД <sup>4</sup>	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
РКД <sup>5</sup>	80,0	Більше 800,0	80,0	Більше 800,0	800,0

**Примітки:**<sup>1</sup> – рухомі форми міді, нікелю, цинку вилучаються із ґрунту амонійно-ацетатним буферним розчином з рН 4,8 (для міді, цинку) і рН 4,6 (для нікелю); <sup>2</sup> – рухома форма кобальту вилучається із ґрунту амонійно-натрієвим буферним розчином з рН 3,5 для сіроземів і рН 4,7 для дерново-підзолистого ґрунту; <sup>3</sup> – ВФВ – відходи флотації вугілля. ГДК ВФВ контролюються за вмістом бенз(а)пирена (БП) в ґрунті, що не повинне перевищувати ГДК бенз(а)пирена; <sup>4</sup> – КГД – комплексні гранульовані добрива складу N(азот):P(фосфор):K(калій)=64:0:15. ГДК КГД контролюється за вмістом нітратів у ґрунті, що не повинне перевищувати 76,8 мг/кг абсолютно сухого ґрунту; <sup>5</sup> – РКД – рідкі комплексні добрива складу N:P:K=10:34:0 ТУ 6-08-290-74 з добавками марганцю не більше 0,6% від загальної маси. ГДК РКД контролюється за вмістом рухомих фосфатів у ґрунті, що не повинен перевищувати 27,2 мг/кг в абсолютно сухому ґрунті.

### 5.3.3. Послідовність гігієнічної оцінки ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках (фермерській, присадибній або дачній)

Оцінку виконують на основі типової постановки першого завдання цього розділу, а саме: на певній ділянці території поблизу підприємства (фермерській, присадибній або дачній) установлена присутність у ґрунті ряду (двох) забруднюючих речовин. Знаючи концентрації цих токсикантів (див. табл. 5.14 з вихідними даними за варіантами), визначити категорію забруднення ґрунту й можливість його використання для вирощування сільськогосподарської продукції. Установити характер можливого використання даної території та заходи щодо зниження токсичного впливу ґрунтових забруднень.

Таблиця 5.14 – Варіанти вихідних даних до першого завдання розділу 5.3

Варіант	Токсикант	Концентрація, мг/кг	Варіант	Токсикант	Концентрація, мг/кг
1	Нікель	8,0	14	Бенз(а)пфрен	0,4
	Мідь	75,0		Нікель	13,0
2	Цинк	20,0	15	Бензол	0,25
	Фтор	4,0		Кобальт	1300,0
3	Кобальт	12,0	16	Толуол	0,45
	Ванадій	120,0		Марганець	2000,0
4	Фтор	1,5	17	Ізопропілбензол	2,5
	Миш'як	8,0		Сурьма	55,0
5	Сурьма	46,0	18	Ізопропілбензол	4,0
	Ртуть	2,8		Нікель	12,0
6	Марганець	3000,0	19	Альфаметилстирол	0,4
	Миш'як	3,0		Нітрати	400,0
7	Ванадій	115,0	20	Стирол	0,2
	Цинк	38,0		КГД*	650,0
8	Свинець	240,0	21	Ксилол	92,0
	Нікель	3,5		Кобальт	75,0
9	Свинець	42,0	22	Сірководень	150,0
	Сурьма	10,0		Фтор	3,0
10	Миш'як	4,0	23	Елементарна сірка	190,0
	Свинець	60,0		Бенз(а)пірен	0,4
11	Ртуть	3,5	24	Сірчана кислота	145,0
	Цинк	20,0		Сурьма	5,0
12	Нітрати	150,0	25	ВФВ**	8000,0
	Мідь	65,0		Бензол	44,0
13	Бенз(а)пірен	0,15	26	КГД*	600,0
	Свинець	39,0		Толуол	98,0

**Примітки** \* – КГД – комплексні гранульовані добрива складу N (азот):P (фосфор):K (калій) = 64:0:15. ГДК КГД контролюється за вмістом нітратів у ґрунті, що не повинне перевищувати 76,8 мг/кг абсолютно сухого ґрунту;

\*\* ВФВ – відходи флотації вугілля. ГДК ВФВ контролюється за вмістом бенз(а)пірену в ґрунті, що не повинен перевищувати ГДК бенз(а)пірену.

### Порядок розрахунку.

1. Вміст токсиканта 1 (з табл. 5.14) – \_\_\_\_\_ мг/кг;

вміст токсиканта 2 – \_\_\_\_\_ мг/кг.

2. На підставі даних табл. 5.13 знаходимо:

ГДК токсиканта 1 з урахуванням фону – \_\_\_\_\_ мг/кг;

ГДК токсиканта 2 з урахуванням фону – \_\_\_\_\_ мг/кг.

3. Визначаємо припустимі рівні вмісту токсикантів по показниках шкідливості (за табл. 5.13):

- по транслокаційному показнику шкідливості:

токсикант 1 – \_\_\_\_\_ мг/кг;

токсикант 2 – \_\_\_\_\_ мг/кг.

- по міграційному водному показнику шкідливості:

токсикант 1 – \_\_\_\_\_ мг/кг;

токсикант 2 – \_\_\_\_\_ мг/кг.

- по загально-санітарному показнику шкідливості:

токсикант 1 – \_\_\_\_\_ мг/кг;

токсикант 2 – \_\_\_\_\_ мг/кг.

**Висновок** (виконують з використанням наведеного нижче шаблону).

Рівень вмісту токсиканта 1 у ґрунті перевищує її ГДК (\_\_\_\_ мг/кг) і припустимий рівень при загально-санітарному показнику шкідливості, що лімітує, (3,0 мг/кг), але нижче припустимого рівня по транслокаційному (або міграційному чи загально-санітарному) показнику шкідливості (\_\_\_\_\_ мг/кг), отже, відповідно до табл. 5.12, категорія забруднення ґрунтів токсикантом 1 – \_\_\_\_\_.

Рівень вмісту токсиканта 2 у ґрунті не перевищує ГДК (\_\_\_\_\_ мг/кг) і припустимі рівні по всіх показниках, що лімітують, шкідливості, отже, відповідно до табл. 5.12, категорія забруднення ґрунту токсикантом 2 – \_\_\_\_\_.

Виходячи з комплексної оцінки забруднення ґрунту, установлюємо, що категорія її забруднення - \_\_\_\_\_.

Дана територія може використатися під \_\_\_\_\_, відповідно до табл. 5.12, стовпчик 3. Далі указати заходи щодо зниження рівня забруднення ґрунту з табл. 5.12, стовпчик 4.

**Приклад розрахунку першого завдання розділу.** На ділянці за межами СЗЗ підприємства встановлена присутність у ґрунті **міді** із вмістом рухомих форм у кількості 3,2 мг/кг і **свинцю** з концентрацією 25 мг/кг. Визначити категорію забруднення ґрунту та можливість його використання для вирощування сільськогосподарської продукції, тобто установити характер можливого використання даної території й заходи щодо зниження токсичного впливу ґрунтових забруднень.

Для розв'язання задачі по табл. 5.13 для цього завдання знаходимо:

1. ГДК міді з урахуванням фону – 3,0 мг/кг;

ГДК свинцю з урахуванням фону – 30,0 мг/кг.

2. Допустимі рівні вмісту забруднювачів:

- по транслокаційному показнику шкідливості: міді – 3,5 мг/кг; свинцю – \_\_\_\_\_

35,0 мг/кг;

– по міграційному водному показнику шкідливості: міді – 72,0 мг/кг; свинцю – 260,0 мг/кг;

– за загально-санітарним показником шкідливості: міді – 3,0 мг/кг; свинцю – 30,0 мг/кг.

Рівень вмісту міді в ґрунті перевищує її ГДК (3,0 мг/кг) і допустимий рівень за загально-санітарним показником, шкідливості що лімітує, (3,0 мг/кг), але нижче допустимого рівня по транслокаційному показнику шкідливості (3,5 мг/кг), отже, відповідно до табл. 5.12, категорія забруднення ґрунтів міддю – «помірковано небезпечна».

Рівень вмісту свинцю в ґрунті не перевищує ГДК і припустимі рівні по всім показникам шкідливості, що лімітують, отже, відповідно до табл. 5.12, категорія забруднення ґрунту свинцем – «припустима».

Виходячи з комплексної оцінки забруднення ґрунту, установлюємо, що категорія її забруднення – «помірковано небезпечна». Отже досліджена територія може використовуватися під будь-які культури за умови контролю якості сільськогосподарських рослин і проведення заходів щодо зниження доступу для них наявних токсикантів, тобто міді й свинцю.

#### 5.3.4. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів (житлової забудови)

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів, зокрема наближених до промислових підприємств проводиться за двома показниками.

1. Коефіцієнт концентрації хімічної речовини. Визначається як

$$K_c = \frac{C}{C_\phi}, \quad (5.14)$$

де  $C$  – фактична концентрація певної хімічної речовини в ґрунті, мг/кг;  
 $C_\phi$  – фонові концентрації в ґрунті даної речовини, мг/кг.

2. Сумарний показник забруднення. Визначається підсумовуванням коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів, що забруднюють ґрунт:

$$Z_c = \sum_{n=i}^n K_c - (n-1), \quad (5.15)$$

де  $n$  – число хімічних елементів, що враховують.

Оцінка небезпеки забруднення ґрунтів за значенням  $Z_c$  визначається за табл. 5.15.

Таблиця 5.15 – Орієнтовна оцінна шкала із забруднення ґрунтів

Категорія забруднення ґрунтів	Показник $Z_c$	Зміни показників здоров'я населення у очагах забруднення
Припустима	Менше 16	Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімум функціональних відхилень
Помірно	16 – 32	Збільшення загального рівня захворюваності

Категорія забруднення ґрунтів	Показник $Z_c$	Зміни показників здоров'я населення у очагах забруднення
небезпечна		
Небезпечна	32 – 128	Збільшення загального рівня захворюваності, числа дітей, якію часто хворіють, дітей із хронічними захворюваннями, порушеннями функціонування серцево-судинної системи
Надзвичайно небезпечна	Понад 128	Збільшення захворюваності дитячого населення, порушення репродуктивної функції жінок (токсикози вагітності, передчасні пологи, мертвонароджуваність, гіпотрофії немовлят)

**Типова постановка другого завдання розділу.** Визначити рівень забруднення ґрунту населеного пункту та дати характеристику зміни здоров'я населення, що проживає на забрудненій ділянці (Вихідні дані взяти з табл. 5.16):

Забруднююча речовина	Реальна концентрація забруднюючої речовини в ґрунті $C_i$ , мг/кг	Фоновая концентрація забруднюючої речовини в ґрунті $C_\phi$ , мг/кг
...	...	...

*Примітка.* Число рядків у цій вихідній таблиці складає 6 – за кількістю забруднювачів.

### Порядок розрахунку.

1. Знаходимо коефіцієнти концентрації забруднюючих речовин за формулою (5.14):  $K_c = \frac{C_i}{C_\phi}$ .

2. Визначаємо сумарний показник забруднення ґрунту населеного пункту за формулою (5.15):  $Z_c = \sum_{n=i}^n K_c - (n-1)$ ,

де  $n$  – число забруднюючих речовин, що враховують.

**Висновок:** Відповідно до даних табл. 5.15 розглянуті ґрунти населеного пункту відносяться до категорії \_\_\_\_\_ забруднення й характеризуються \_\_\_\_\_ (табл. 5.15, стовпчик 3).

Таблиця 5.16 – Варіанти вихідних даних до другого завдання розділу

Варіант	Фактична концентрація забруднюючих речовин у ґрунті, мг/кг											
	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
1	61	12	4100	220	740	92	-	-	-	-	-	-
2	-	23	2350	630	1700	66	250	-	-	-	-	-
3	-	-	6100	420	1350	80	350	41	-	-	-	-
4	-	-	-	345	770	170	64	80	300	-	-	-
5	-	-	-	-	3200	31	195	230	510	12	-	-
6	-	-	-	-	-	22	250	215	68	9	0,3	-

Вариант	Фактична концентрація забруднюючих речовин у ґрунті, мг/кг											
	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
7	-	-	-	-	-	-	46	112	265	41	0,1	130
8	55	-	5200	-	415	-	400	-	48	-	0,09	-
9	-	41	-	190	-	44	-	178	-	14	-	66
10	-	-	3210	520	-	-	120	190	-	-	0,07	313
11	116	15	-	-	2345	132	-	-	148	29	-	-
12	-	-	-	590	1100	143	-	-	-	35	0,15	280
13	96	38	4460	-	-	-	276	134	286	-	-	-
14	-	26	3420	355	-	-	-	155	90	11	-	-
15	-	-	2300	615	820	-	-	-	270	32	0,03	-
16	-	-	-	448	1970	83	-	-	-	18	0,6	79
17	86	-	-	-	974	78	314	-	-	-	0,8	124
18	70	31	-	-	-	73	265	202	-	-	-	266
19	108	-	-	524	1255	-	-	44	257	-	-	88
20	-	19	3910	-	-	-	-	-	114	10	0,02	118
21	121	17	2840	-	-	-	-	-	-	37	0,4	252
22	61	29	-	-	-	114	-	-	-	40	0,08	305
23	-	-	6000	408	1312	76	342	78	-	-	-	-
24	88	-	-	360	785	188	69	92	-	-	-	-
<b>Фонові концентрації, мг/кг</b>												
	23,5	1,5	720	63,5	180	8,4	23,2	15,3	41,3	0,7	0,01	11,5

**Приклад розв'язання другого завдання розділу.** Визначити категорію забруднення ґрунту населеного пункту хімічними речовинами за сумарним показником забруднення. Дати характеристику показників здоров'я населення, яке проживає на забрудненій території за вихідними даними:

Забруднюючі речовини (токсиканти)	Фактична концентрація у ґрунті, $C$ , мг/кг	Фонові концентрації у ґрунті, $C_{\phi}$ , мг/кг
Фтор	470	208
Берилій	4,9	1,5
Цинк	255	41,3

**Розв'язок.** За формулою (5.14) знаходимо коефіцієнти концентрації забруднюючих речовин:

$$K_{c.F} = \frac{470}{208} = 2,3; \quad K_{c.Be} = \frac{4,9}{1,5} = 3,3; \quad K_{c.Zn} = \frac{255}{41,3} = 6,2.$$

За формулою (5.15) сумарний показник забруднення дорівнює:

$$Z_c = (2,3 + 3,3 + 6,2) - (3 - 1) = 9,8.$$

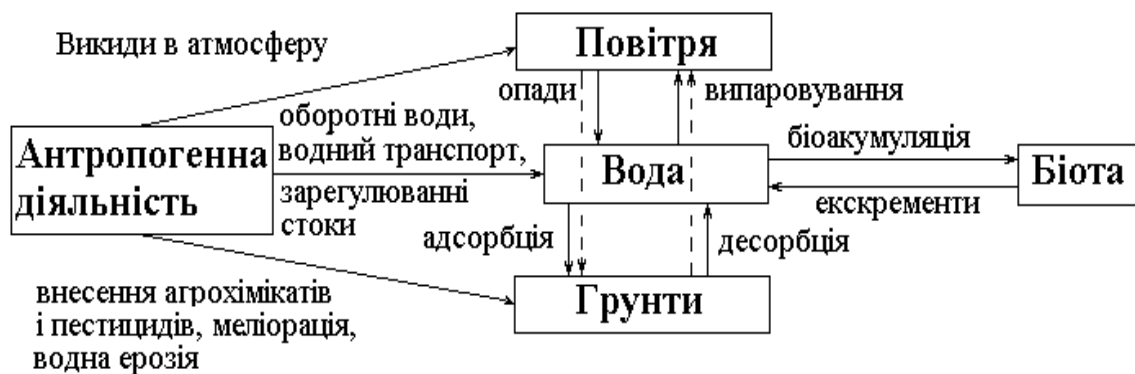
Відповідно до даних табл. 5.15 розглянуті ґрунти відносяться до категорії допустимого забруднення та характеризуються найбільш низьким рівнем захворюваності дітей і мінімумом функціональних відхилень.

#### 5.4. Методичні вказівки до виконання завдання 4

Рекомендована предметна назва підрозділу: **Комплексна оцінка екологічної небезпеки впливу техногенних чинників на довкілля та окремі його компоненти (атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту).**

#### 5.4.1. Методологічний підхід до комплексного оцінювання впливу техногенних чинників на довкілля та його компоненти

Підвищення якості довкілля у промислових регіонах потребує регулярного оцінювання рівнів екологічної небезпеки функціонування промислових підприємств і об'єктів, а також різних технологій (в тому числі і нових), що застосовуються у виробництві або спрямуванні на покращення екологічної ситуації. Для ідентифікації видів і джерел екологічної небезпеки та подальшого оцінювання її рівнів необхідне системне обстеження промислових об'єктів та відповідних чинників їх функціонування, що впливають на основні компоненти навколишнього середовища, зокрема на атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту. При цьому важливо чітко уявляти взаємозв'язок забруднення компонентів навколишнього середовища, спираючись на схему представлену на рис. 5.5.



*Рис. 5.5 – Взаємний зв'язок стану повітря води й ґрунту з антропогенною діяльністю та біотою*

Головними джерелами екологічної небезпеки очевидно виступає забруднення повітря, води й ґрунту підприємствами промислової галузі: металургії, енергетики, хімічної промисловості, а також виробництва будівельних матеріалів, які широко представлені в багатьох містах України. Внесок у забруднення повітря вносять викиди автотранспорту, а також викиди численних теплових та інших джерел, зокрема, в атмосферу потрапляють речовини, що випаровуються із поверхні води й ґрунту. Внесок у забруднення води вносять оборотні води, водний транспорт, зарегулювання стоку а також біота (забруднення у вигляді екскрементів), а також процеси взаємодії з повітрям (опадів) і ґрунтом (десорбція). Забруднення ґрунту відбувається в результаті водної ерозії, внесення агрохімікатів і пестицидів, меліорації, а також через адсорбцію речовин з водних об'єктів.

Критеріями впливовості того чи іншого чинника на якісний стан перелічених компонентів довкілля можуть виступати інтенсивність, періодичність та наслідки впливу виробничих, та інших техногенних процесів, що їх супроводжують. Рівень впливовості варто оцінювати у балах за результатами аналізу наукових (літературних) джерел щодо стану об'єктів довкілля, візуальних спостережень за ними, вимірів показників, що



характеризують їх стан (за допомогою приладів і лабораторних аналізів), досліджень об'єктів на моделях тощо.

Такий методологічний підхід фактично базується на експертному оцінюванні впливу певних промислових об'єктів на рівні екологічної небезпеки цих об'єктів, як на окремі компоненти навколишнього середовища, так і для довкілля в цілому. Для його реалізації в «НГУ» було запропоновано **уніфіковану методику комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля**. Оцінювання впливу певних чинників, з метою апробації методики, проводилось на територіях вугледобувних регіонів за шкалою з 4-х балів (0, 1, 2, 3), а потім комплексне – за підсумковою 15-бальною шкалою, рівномірно поділеною на три рівня, що дозволило оцінити та порівняти за впливом на довкілля як способи ліквідації шахт, так і ефективність реалізації природоохоронних рішень та заходів, тобто технологій, спрямованих на поліпшення якості довкілля вугледобувних регіонів.

#### **5.4.2. Основні положення й етапи уніфікованої методики комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля**

**Етап 1.** Проводиться обстеження певного промислового регіону, виконується ідентифікація видів і джерел екологічної небезпеки, визначаються пріоритетні чинники певного виробництва чи технології, які визначають стан компонентів довкілля регіону, за впливом яких у подальшому визначатиметься комплексний рівень їх екологічної небезпеки.

Пріоритетні чинники доцільно обирати за інтенсивністю впливу на довкілля на основі наявних або апріорних даних, тобто на основі аналізу даних відповідного напрямку про характер і наслідки забруднення об'єктів довкілля в результаті функціонування певних промислових об'єктів або запровадження технологій. Також можливе використання даних статистичних звітів про обсяги викидів та скидів забруднюючих речовин, обсяги утворення та утилізації відходів, інформації про рекультивацію порушених земель та про ефективність застосовуваних природоохоронних заходів.

Обрані пріоритетні чинники, загальна кількість яких може дорівнювати  $n$ , заносять в табл. 5.17 (стовбець 2), подану у вигляді типової форми, подальше заповнення якої проводиться згідно з наступними етапами.

Зауважимо, що у рамках курсової роботи техногенними наслідками функціонування промислового об'єкта можуть виступати окремі чинники негативного впливу, що по різному впливають на окремі компоненти навколишнього середовища, наприклад: викиди двооксидів сірки та азоту; викиди оксиду вуглецю; викиди суспендованих частинок у вигляді пилу (інертні частинки, частинки свинцю, цинку, кадмію тощо); скиди забрудненої води (з низьким рівнем кисню, з високим рівнем БСК, з підвищеним рівнем важких металів і т. д.); складування відходів (відвали гірської породи, металургійного шлаку, накопичення шламів тощо).

Таблиця 5.17 – Комплексна оцінка рівня екологічної небезпеки промислового об'єкту для основних компоненти довкілля

№	Техногенні наслідки функціонування промислового об'єкта чи технології, як чинники негативного впливу на довкілля (приклад)	Оцінка екологічного впливу чинників на основні компоненти довкілля, в балах – $A_{ni}$					Сумарні оцінки за окремими чинниками впливу
		Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрун-ти	Біота	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Назва чинника 1, (Міграція викидів оксиду азоту)	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$\sum_1^5 A_{1i}$
2	Назва чинника 2, (Міграція викидів оксиду вуглецю)	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$\sum_1^5 A_{2i}$
...	Назва чинника ... (Міграція викидів двооксиду сірки)	...	...	...	...	...	...
$n$	Назва чинника $n$ (Забруднення прилеглих до СЗЗ територій пилом)	$A_{n1}$	$A_{n2}$	$A_{n3}$	$A_{n4}$	$A_{n5}$	$\sum_1^5 A_{ni}$
I	Сумарні бали за всіма чинниками впливу: суми значень стовбців 3-8	$\sum_1^n A_{n1}$	$\sum_1^n A_{n2}$	$\sum_1^n A_{n3}$	$\sum_1^n A_{n4}$	$\sum_1^n A_{n5}$	$\sum_1^n \sum_1^5 A_{ni}$
II	Середні бали: середні значення стовбців 3-8	$\bar{A}_{n1}$	$\bar{A}_{n2}$	$\bar{A}_{n3}$	$\bar{A}_{n4}$	$\bar{A}_{n5}$	КРЕН
III	Загальний стан компонентів довкілля в регіоні – евристичні або експертні оцінки *	$A_{e1}$	$A_{e2}$	$A_{e3}$	$A_{e4}$	$A_{e5}$	$\sum_1^5 A_{ei}$

**Примітка.** \*Загальний стан компонентів довкілля в регіоні  $A_{ei}$ , отриманий на основі евристичного або експертного оцінювання, що наводиться в рядку III, слугує орієнтиром, їх сума  $\sum_1^5 A_{ei}$  – певною мірою достовірності розрахункової величини КРЕН.

**Етап 2.** Проводиться оцінювання екологічного впливу кожного  $n$ -го чинника на кожний  $i$ -ий компонент довкілля ( $i=5$ ) в балах –  $A_{ni}$  за 4-бальною шкалою, враховуючи інтенсивність та характер викидів чи скидів підприємства у часі та взаємний зв'язок забруднювачів, відповідно до схеми (рис.5.5):

0 – вплив відсутній, тобто суб'єктивно не відчутний і відповідає існуючим нормам, встановленим для певного з компонентів довкілля;

1 – мінімальний або опосередкований вплив, рівень якого наближений до граничних нормативних значень, але їх не перевищує (опосередкований вплив проявляється не прямо, а через інші показники);

2 – періодичний безпосередній або опосередкований вплив, тобто прямі і не прямі показники перевищують встановлені норми у певному відсотку випадків;

3 – безперервний безпосередній вплив, тобто спостерігається постійне перевищення нормативних показників.

Значення  $A_{ni}$  заносять у відповідні клітини табл. 5.17, що розташовані на перехрестях рядків від 1 до  $n$ -го та стовбців 3-7).

Оцінки, що перевищують 0 балів свідчать про впливовість того чи іншого обраного для аналізу чинника, тобто дозволяють залишити певний чинник для подальшого комплексного оцінювання рівня екологічної небезпеки досліджуваного промислового об'єкта. Якщо для певного  $n$ -го чинника буде

виставлено п'ять нулів, то очевидно чинник виключають, як не впливовий.

**Етап 3.** Виконується аналітична обробка виставлених оцінок  $A_{ni}$  шляхом обчислення сум відповідних стовпчиків, позначених у рядку I та середніх балів  $\bar{A}_{ni}$  у рядку II:  $\bar{A}_{n1} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n1}$ ;  $\bar{A}_{n2} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n2}$ ;  $\bar{A}_{n3} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n3}$ ;  $\bar{A}_{n4} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n4}$ ;  $\bar{A}_{n5} = \frac{1}{n} \sum_1^n A_{n5}$ , що фактично визначають вплив всіх обраних пріоритетних чинників на частинний рівень екологічної небезпеки (КРЕН), тобто відповідно на атмосферу, гідросферу, літосферу, ґрунти і біоту за шкалою 0–3.

Остання середня:  $\text{КРЕН} = \frac{1}{n} \sum_1^n \sum_1^5 A_{ni}$  – характеризує комплексний рівень екологічної небезпеки певного виробництва чи технології на довкілля за кумулятивною шкалою 0–15, що визначається сумациєю частинних рівнів екологічної небезпеки, тобто сумациєю  $\bar{A}_{ni}$  (значень КРЕН). Зауважимо, що величина КРЕН визначається як сумою рядка II, так і стовпчика 8, збіг значень яких підтверджує правильність виконання розрахунків.

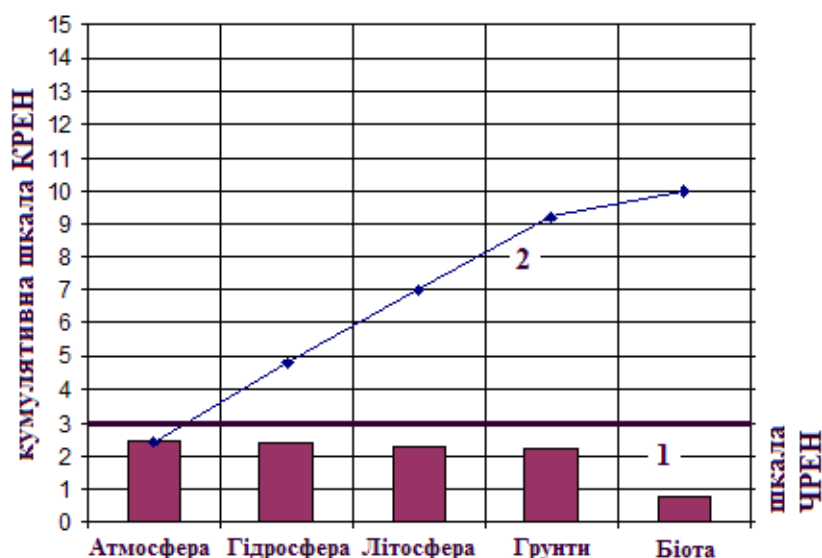
**Етап 4.** За визначенням на етапі 3 кількісним рівнем екологічної небезпеки, тобто за значенням КРЕН, визначають якісний рівень екологічної небезпеки, залежно від цього величини, як показано в табл. 5.18.

Таблиця 5.18 – Кількісно-якісна шкала комплексної оцінки рівня екологічної небезпеки (КРЕН) промислового підприємства

Діапазон комплексних оцінок (КРЕН)	Рівень небезпеки
0–5	низький
5–10	помірний
10–15	високий

**Етап 4.** Для графічного відображення результатів запропонованого оцінювання екологічного впливу техногенних чинників промислових об'єктів чи технологій на компоненти довкілля будують діаграму Парето: <https://www.sixsigma.com> яку наведено на рис. 5.6. Користуючись засобами Excel слід обрати тип діаграми – нестандартна, а далі графік/гістограма 2 вісі.

Важливо, що остання точка діаграми 2 на рис. 5.6 і визначає комплексний рівень екологічної небезпеки (КРЕН) промислових об'єктів чи технологій для довкілля. Саме за цим рівнем є можливість оцінювати і порівнювати екологічну небезпеку промислового виробництва і різних технологій. При цьому нанесення на діаграму одразу декількох результатів оцінювання екологічного впливу техногенних чинників промислових об'єктів чи технологій на компоненти довкілля дозволяє наглядно порівнювати екологічний вплив в цілому на довкілля, як різних промислових виробництв або технологій, так і екологічну ефективність технологій, спрямованих на покращення екологічного стану території та регіону в цілому.



**Рис. 5.6 – Зразок діаграми екологічного впливу техногенних чинників промислових об’єктів чи технологій на компоненти довкілля: 1 – стовпчаста діаграма значень частинних рівнів екологічної небезпеки (ЧРЕН) з максимально можливим значенням 3; 2 – діаграма (графік) значень КРЕН, отриманих почерговою сумациєю стовпчиків діаграми 1, з максимально можливим значенням 15, відповідно до кумулятивної шкали**

### 5.4.3. Приклад практичної реалізація уніфікованої методики

Прикладом слугуватиме визначення екологічної небезпеки, обумовленої впливом техногенних чинників на довкілля при експлуатації або ліквідації вугільних шахт. Так, в результаті обстеження територій вугледобувних регіонів та аналізу процесів вуглевидобутку підземним способом за їх можливим екологічним впливом було виокремлено 16 пріоритетних техногенних чинників, що є техногенними наслідками експлуатації або ліквідації вугільних шахт, рівень впливу яких на 5 основних компонентів та в цілому на довкілля визначався за уніфікованою методикою. Результати оцінки наведені в табл. 5.19.

**Таблиця 5.19 – Комплексна оцінка рівня екологічної небезпеки експлуатації типової вугільної шахти для основних об’єктів довкілля**

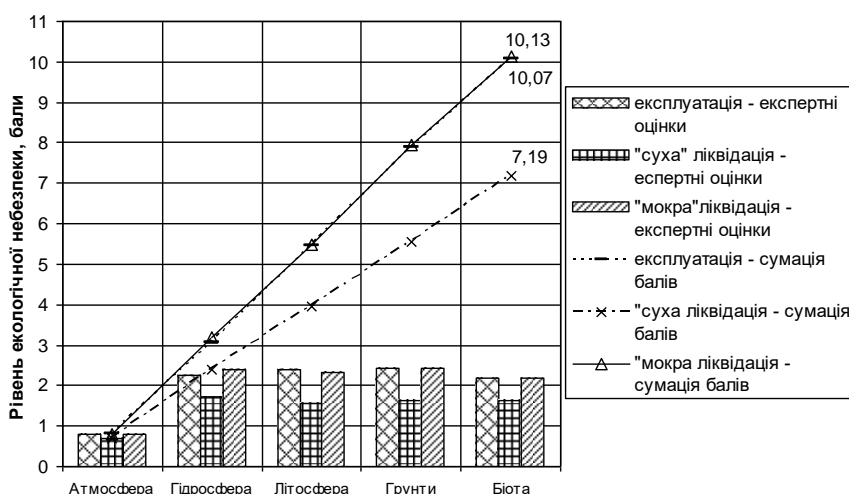
№	Техногенні наслідки експлуатації шахти, як чинники негативного впливу на довкілля	Евристична оцінка екологічного впливу чинників на об’єкти довкілля, в балах					Сумарні оцінки за окремими чинниками впливу
		Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота	
1	Зміна (зниження) стійкості та міцності гірських порід	0	2	3	2	1	8
2	Деформація масиву гірських порід	0	3	3	3	3	12
3	Просідання земної поверхні	0	3	3	3	3	12
4	Водонасичення масиву гірських порід	0	3	3	2	2	10

№	Техногенні наслідки експлуатації шахти, як чинники негативного впливу на довкілля	Евристична оцінка екологічного впливу чинників на об'єкти довкілля, в балах					Сумарні оцінки за окремими чинниками впливу
		Атмосфера	Гідросфера	Літосфера	Ґрунти	Біота	
5	Порушення гідрологічного режиму	0	3	3	3	2	11
6	Виснаження водоносних горизонтів	0	3	2	3	2	10
7	Забруднення поверхневих водних об'єктів	0	3	2	1	2	8
8	Міграція забруднюючих речовин (викиди, скиди, відходи тощо)	2	2	2	2	2	10
9	Змішування шахтних вод з питними водами підземних горизонтів	0	3	1	2	2	8
10	Підтоплення та заболочування земель	0	3	3	3	3	12
11	Відведення земель під породні відвали	1	1	3	3	2	10
12	Відведення земель під відстійники шахтних вод	0	2	3	3	2	10
13	Горіння та пиління відвалів	3	1	1	2	2	9
14	Деформації і руйнування будівель та об'єктів інфраструктури	1	2	3	3	2	11
15	Утворення вибухонебезпечних метано-повітряних сумішей	3	1	1	2	3	10
16	Емісія шахтних газів на земну поверхню	3	1	2	2	2	10
I	<b>Сумарні бали за всіма чинниками впливу</b>	13	36	38	39	35	161
II	<b>Середні бали</b>	0,81	2,25	2,38	2,44	2,19	10,07
III	<b>Загальний стан компонентів довкілля в регіоні (евристичні або експертні оцінки)</b>	3	3	3	1	3	13

Графічне відображення результатів запропонованого оцінювання екологічного впливу техногенних наслідків функціонування вугільної шахти на етапах експлуатації, а також для порівняння при «сухій» та «мокрій» її ліквідації на компоненти довкілля як приклад наведені на рис. 5.7.

Як бачимо діаграма у межах загальної шкали 0–15 наочно характеризує рівні екологічної небезпеки функціонування та ліквідації вугільних шахт для кожного з 5-ти компонентів довкілля (стовбчасті гістограми за шкалою 0–3 бали, побудовані за середніми балами, що наведені у рядку II табл.19) та в цілому для довкілля у вугледобувних регіонах (графіки з маркерами за 15-бальною шкалою, що отримані як результат сумачії відповідних стовбчастих

гістограм у разі експлуатації діючих шахт та при «сухій» і «мокрій» їх ліквідації).



**Рис. 5.7 – Рівні екологічної небезпеки техногенних наслідків функціонування вугільних шахт на компоненти довкілля і на довкілля в цілому при експлуатації та «сухій» і «мокрій» ліквідації шахт**

Таким чином, комплексну кількісно-якісну оцінку рівня екологічної небезпеки на територіях промислових регіонів запропоновано визначати за підсумковою 15-бальною шкалою, рівномірно поділеною на три рівня небезпеки: «низький» (0–5 балів), «помірний» (5–10 балів), «високий» (10–15 балів), що дозволяє кількісно і якісно оцінити та порівняти за рівнем екологічної небезпеки не тільки промислові виробничі процеси, а, зокрема, і ефективність реалізації природоохоронних технологій або рішень та заходів, впровадження яких відповідно вплине на стан довкілля, міру якого дозволять визначити запропоновані комплексні оцінки.

## 6. ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка повинна містити: титульний аркуш з указівкою автора роботи та викладача, що її перевірів (Додаток А), завдання, зміст, вступ (готується студентом самостійно з використанням літературних джерел і повинен стосуватися питань системного аналізу, зокрема якості навколишнього середовища), шість розділів згідно пунктів завдання з усіма викладеннями, розрахунками і поясненнями до них з короткими висновками у кожному розділі. У кінці пояснювальної записки подаються загальний висновок (стисло викладаються результати за всіма пунктами завдання з пропозиціями щодо покращення якості досліджених компонентів та навколишнього середовища в цілому), а також список використаної літератури.

## 7. ВИСНОВКИ

У цьому розділі курсової роботи рекомендовано:

- навести результати визначення якості атмосферного повітря на межі СЗЗ підприємства, стічної води підприємства та ґрунтів сільськогосподарського призначення (фермерського, присадибного, дачі) в районі розташування промислового підприємства;

- дати комплексну кількісно-якісну оцінку рівня екологічної небезпеки на територіях розміщення промислового підприємства на основі оцінювання за уніфікованою методикою.

## 8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Робота оцінюється на **відмінно**: якщо студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок; в пояснювальній записці немає помилок, а відповіді студента на запитання під час захисту виявилися повними і змістовними.

Робота заслуговує на оцінку **добре** тоді, коли студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок, але в пояснювальній записці виявилися не суттєві помилки або неточності; відповіді студента на запитання під час захисту виявилися стислими.

Робота оцінюється на **задовільно**: якщо студент виконав розрахунки згідно з усіма пунктами методичних вказівок, але без пояснень, а в пояснювальній записці виявилися помилки; відповіді студента на запитання під час захисту виявилися не достатньо обґрунтованими або не правильними.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Охарактеризуйте принцип розрахунку концентрації забруднюючих речовин в атмосфері з використанням уніфікованих програм.

2. Розкрийте порядок розрахунку полів концентрації основних забруднюючих речовин в атмосфері.

3. Як здійснюється комплексна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням класу небезпеки речовин, що викидаються промисловим підприємством?

4. Як здійснюється комплексна оцінка стану навколишнього середовища з використанням ГІС-технологій?

5. Охарактеризуйте загальні положення методу оцінки забруднення поверхневих вод.

6. Розкрийте етапи комплексної оцінки за допомогою питомого комбінаторного індексу забруднення води (ПКІЗВ).

7. Яка послідовність комплексної оцінки забруднення води за гідрохімічними показниками?

8. Охарактеризуйте загальні положення методу оцінки забруднення ґрунтів.

9. Розкрийте принцип гігієнічної оцінки ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках, що знаходяться поблизу промислових підприємств.

10. Яка послідовність гігієнічної оцінки ґрунтів сільськогосподарського

призначення на ділянках (фермерській, присадибній або дачній)?

11. Як оцінюють рівні хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів (житлової забудови)?

12. Охарактеризуйте методологічний підхід до комплексного оцінювання впливу техногенних чинників на довкілля та його компоненти.

13. Розкрийте основні положення й етапи уніфікованої методики комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

2. Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / [За ред. С. С. Куруленка] – Київ : ДЕІ Мін природи України, 2007.– 216 с.

3. Методичні вказівки «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» / У відповідності із наказом МОЗ України від 13.04.2007р. №184.

4. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених міст (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). Введені МОЗ України 9.07.97. Наказ № 201. – К: МОЗ України, 1997 р. 32 с.

5. Руководящий документ РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям «Росгидромет»: Ростов-на-Дону, 2002. – 50 с

6. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Утверждено заместителем Главного государственного санитарного врача СССР Э.М.СААКЪЯНЦ 13 марта 1987 г. N 4266-87 Москва, 1987. – 26 с.

7. Колесник В.Є. Методи оцінки екологічної небезпеки експлуатації і ліквідації вугільних шахт та напрями і засоби її зниження. Монографія / В.Є. Колесник, А.В. Павличенко – Дніпро: Літограф, 2017. – 208 с.

8. Положення про державну систему моніторингу довкілля. [затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.98 №391] [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України: [сайт]. – Режим доступу:<http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п>

9. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С.І. Сніжко – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.

10. Гігієна та екологія / За ред. В.Г. Бардова. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 720 с.

11. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник / С.М. Юрасов, Т.А. Сафранов, А.В. Чугай. – Одеса: Екологія, 2012. – 168 с.



Зразок оформлення титульного аркуша курсової роботи

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Гірничий факультет  
Кафедра екології та технологій  
захисту навколишнього середовища

**КУРСОВА РОБОТА**

з дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища»  
на тему: «Системний аналіз якості навколишнього середовища в районі  
розташування діючого промислового підприємства»

*Варіант*

Виконав студ. гр. \_\_\_\_\_  
(група)

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали студента)

Перевірив: \_\_\_\_\_  
(посада, прізвище та ініціали викладача)

Дніпро  
(рік виконання)

## Метеорологічна характеристика міст Дніпропетровської області

Місто	Мінімальна Температура, С°	Максимальна Температура, С°	Швидкість. Вітру, м/с	Коефіцієнт стратифікації	Площа, кв. км.	Широта	Довгота
Вільногірськ	-5,7	21,0	4,9	190	10	48,5	34,0
Кам'янське	-5,6	21,4	4,8	190	140	48,5	34,7
Дніпро	-5,5	21,3	4,7	190	380	48,5	35,0
Жовті Води	-5,3	21,0	4,5	190	30	48,3	33,5
Зеленодольськ	-4,6	21,9	4,4	200	5	47,5	33,6
Інгулець	-4,8	21,7	4,5	200	10	47,7	33,2
Кривий Ріг	-5,0	21,1	4,3	190	430	48,0	33,4
Марганець	-4,9	21,6	4,1	190	40	47,6	34,6
Нікополь	-4,8	21,8	4,9	190	50	47,5	34,4
Новомосковськ	-5,6	21,2	4,6	200	40	48,6	35,2
Покров	-4,7	21,8	4,8	190	30	47,6	34,0
Павлоград	-5,6	21,2	4,4	200	60	48,5	36,0

Продовж. Додатку Б

Місто	Повторюваність вітру за румбами							
	Північ	Північний Схід	Схід	Південний Схід	Південь	Південний Захід	Захід	Північний Захід
Вільногірськ	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2
Кам'янське	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2
Дніпро	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2
Жовті Води	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2
Зеленодольськ	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Інгулець	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Кривий Ріг	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Марганець	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Нікополь	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Новомосковськ	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2
Покров	15,4	16,1	15,2	10,3	9,8	10,3	11,5	11,4
Павлоград	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2

## ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	3
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	3
3. СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	5
4. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
5. ТЕОРЕТИЧНИЙ (РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНИЙ) РОЗДІЛ .....	7
5.1. Методичні вказівки до виконання завдання 1 .....	8
5.1.1. Розрахунок концентрації забруднюючих речовин в атмосфері з використанням уніфікованих програм.....	8
5.1.2. Порядок розрахунку полів концентрації основних забруднюючих речовин в атмосфері.....	9
5.1.3. Комплексна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням класу небезпеки речовин, що викидаються досліджуванним підприємством .....	13
5.1.4. Комплексна оцінка стану навколишнього середовища з використанням ГІС-технологій (теоретичні положення).....	15
5.2. Методичні вказівки до виконання завдання 2.....	17
5.2.1. Загальні положення методу оцінки забруднення поверхневих вод.....	17
5.2.2. Етапи комплексної оцінки за допомогою питомого комбінаторного індексу забруднення води (ПКІЗВ) .....	18
5.2.3. Послідовність комплексної оцінки забруднення води за гідрохімічними показниками .....	21
5.3. Методичні вказівки до виконання завдання 3.....	31
5.3.1. Загальні положення методу оцінки забруднення ґрунтів .....	31
5.3.2. Гігієнічна оцінка ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках, що знаходяться поблизу промислових підприємств .....	33
5.3.3. Послідовність гігієнічної оцінки ґрунтів сільськогосподарського призначення на ділянках (фермерській, присадибній або дачній).....	35
5.3.4. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів (житлової забудови) .....	37
5.4. Методичні вказівки до виконання завдання 4.....	39
5.4.1. Методологічний підхід до комплексного оцінювання впливу техногенних чинників на довкілля та його компоненти.....	40
5.4.2. Основні положення й етапи уніфікованої методики комплексного оцінювання екологічної небезпеки техногенного впливу на довкілля.....	41
5.4.3. Приклад практичної реалізації уніфікованої методики.....	44
6. ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	46
7. ВИСНОВКИ.....	46
8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ .....	47
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ .....	47
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	48
Додаток А.....	49
Додаток Б.....	50

**КОЛЕСНИК** Валерій Євгенійович  
**ПАВЛИЧЕНКО** Артем Володимирович  
**БУЧАВИЙ** Юрій Володимирович  
**КУЛКОВА** Дар'я Володимирівна

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.  
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ  
для студентів спеціальностей 101 «Екологія»  
та 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

Друкується в редакційній обробці авторів.

Підписано до друку 15.02.2018. Формат 30x42/4.  
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,9.  
Обл.-вид. арк. 2,9. Тираж 30 прим. Зам. №768

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.