

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

З Б І Р Н И К
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до практичних робіт з дисципліни
"Моніторинг довкілля"

Одеса-2006

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

З Б І Р Н И К
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до практичних робіт
з д и с ц и п л і н и
"Моніторинг довкілля"

Затверджено
методичною комісією факультету
протокол №___ від __.__.2006

Одеса-2006

Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни "Моніторинг довкілля" для студентів III–IV курсів денної та заочної форм навчання за спеціальністю "Екологія та охорона навколишнього середовища". / Чугай А.В., Юрасов С.М., Чернякова О.І., Грабко Н.В., Волков А.І., – Одеса: ОДЕКУ, 2006. – 139 с.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ (АСОІЗА)	5
1.1 Порядок збирання, обробки та поширення даних	5
1.2 Запис результатів одиничних спостережень на стаціонарних та маршрутних постах	6
1.3 Складання та кодування таблиць по даним спостережень за концентраціями забруднювальних речовин та метеорологічними величинами	7
1.4 Вихідні форми машинних документів автоматизованої системи обробки інформації про забруднення атмосфери (АСОІЗА) ...	16
2 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ	26
2.1 Мета узагальнення інформації та вимоги до форми її подання	26
2.2 Характеристики стану забруднення атмосфери населених пунктів	27
3 РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА	36
3.1 Загальні теоретичні відомості	36
4 РОЗРАХУНОК ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ МІСТ УКРАЇНИ....	
4.1 Оцінка умов розсіювання домішок у приземному шарі в атмосфері на території України.....	
4.2 Спрощений розрахунок рівнів забруднення приземного шару в районах вулично-дорожньої мережі міста.....	
4.3 Складання карти інтенсивності вулично-дорожньої мережі міста.....	
4.4 Оцінка рівня забруднення автотранспортом атмосферного повітря за формулою Бегма	
4.5 Рекомендації по зменшенню забруднення повітряного басейну міст викидами автомобільного транспорту.....	
5 РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ РІК ТА ВОДОЙМ.....	
5.1 Гідрологічні показники середньої забрудненості та загального навантаження річного стоку.....	
5.2 Гідролого-гідродинамічні показники стану забрудненості річкових потоків і водойм.....	
5.3 Показник відносної ефективності гідрохімічного процесу самоочищення.....	

5.4 Показники, які ураховують зовнішній водообмін озер і водосховищ	
6 ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД.....	
6.1 Загальні положення	
7 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД І ҐРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ).....	
7.1 Загальні положення.....	
8 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ГОСПОДАРСЬКО–ПИТНОГО І РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
8.1 Основні положення оцінки і норми якості вод	
8.2 Послідовність оцінки якості вод	
ДОДАТКИ	

ПЕРЕДМОВА

Вивчення курсу “Моніторинг довкілля” - необхідна ланка у процесі підготовки студентів по екологічним спеціальностям. Ця навчальна дисципліна належить до професійно-орієнтованого циклу.

Дисципліна “Моніторинг довкілля” викладається при підготовці студентів за спеціальністю 7.070800 “Екологія та охорона навколишнього середовища” напряму “Екологія”.

Метою вивчення курсу “Моніторинг довкілля” є: вивчення принципів забезпечення природоохоронної діяльності своєчасною та вірогідною інформацією щодо оцінки показників стану наземних і водних екосистем та середовища мешкання людини, що зазнали значного техногенного навантаження, прогнозування змін цього стану та розробки рішень для запобігання негативним змінам стану довкілля у локальному, регіональному та глобальному масштабі, вивчення основних методів вимірювання параметрів навколишнього середовища.

Завдання курсу - формування у студентів, майбутніх екологів, світогляду у галузі найбільш актуального напрямку охорони оточуючого природного середовища - інформаційної системи моніторингу, пріоритетами функціонування якої є захист життєво важливих екологічних інтересів суспільства, збереження природних екосистем, відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям, ознайомлення студентів з теоретичними положеннями, які лежать в основі методів вимірювань фізичних величин, за допомогою яких характеризують стан повітря, води та ґрунту, з будовою та основними характеристиками вимірювальної апаратури, яка використовується для контролю стану навколишнього середовища та принципом її дії.

Вивчення курсу «Моніторинг довкілля» повинно зумовити набуття студентами таких **знань та вмінь**:

- засвоїти основні терміни та поняття, що застосовуються в межах означеного курсу;
- знати принцип організації та здійснення системи моніторингу довкілля в Україні та за її межами;
- навчитись визначати рівні, види та підсистеми моніторингу з урахуванням різних критеріїв і природоохоронних задач;
- знати основні складові системи моніторингу довкілля, її задачі та функції,
- мати уявлення про основні методи вимірювань стану навколишнього середовища, способи обробки результатів

вимірювань, принцип дії, будови та особливості експлуатації засобів вимірювань;

- вміти визначати методи спостережень за зміною показників стану різних об'єктів довкілля з урахуванням джерел його забруднення;
- мати уяву щодо переліку суб'єктів, що здійснюють систему моніторингу в межах певних територій,
- правильно користуватися вимірювальними приладами, проводити контроль стану навколишнього середовища та обробляти результати вимірювань;
- орієнтуватись з питань недоліків існуючих систем моніторингу та шляхів їх удосконалення і розвитку.

“Моніторинг довкілля” є стадією вивчення дисциплін професійно-орієнтованого циклу. Вивчення курсу базується на знаннях, отриманих з таких фундаментальних навчальних дисциплін як “Основи загальної екології”, “Фізика”, “Математика”, “Хімія”, “Метеорологія”, “Біогеохімія”, а отримані знання будуть використовуватись у подальшому при вивченні таких дисциплін: “Моделювання та прогнозування стану довкілля”, “Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище”, “Методи оцінки якості природних вод”, “Екологічний аудит” та інші.

Головною формою організації вивчення дисципліни “Моніторинг довкілля” є самостійна робота над програмою курсу, лекції, практичні та лабораторні заняття. Основною формою контролю засвоєння знань є тестовий контроль та контрольні роботи, а також якість виконання практичних робіт.

1 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ (АСОІЗА)

1.1 Порядок збирання, обробки та поширення даних

Великий обсяг даних спостережень за станом забруднення атмосфери, необхідність їх широкого використання в природоохоронній діяльності господарських організацій як загальнодержавного, так і регіонального масштабу потребує автоматизованої обробки інформації за принципом розділеної машинної обробки [1] .

Ієрархічний тип організації обробки дає змогу скоротити ручні розрахунки, підвищити якість та вірогідність інформації за рахунок вживання об'єктивних диференційованих критеріїв контролю, розширити діапазон статистичних характеристик, що досліджуються, а також сприяє оперативному задоволенню запитів споживачів місцевого і державного рівня, надаючи їм потрібну інформацію відповідного просторово-часового масштабу.

При цьому первинне збирання, контроль та обробка інформації за заданою територією (регіону, міста) виконується на базі територіальних (регіональних) обчислювальних центрів, які мають ЕОМ. Дані на технічний носій заносяться в лабораторіях (групах) спостережень за забрудненням. У центрі обробки друкуються вихідні машинні документи; таблиці забруднення атмосфери (ТЗА), таблиці, які містять характеристики забруднення повітря за різні просторові та часові інтервали [2] .

Порядок та строки поширення машинних документів визначаються на основі діючих інструкцій. Характеристика періодичності і строку надання результатів машинної обробки наведені у табл. 1.1. Машинні документи супроводжуються результатами машинного контролю. Передані дані використовуються для надання інформації споживачам про стан забруднення атмосфери, а також для підготовки обов'язкових інформативних документів.

Таблиця 1.1 – Характеристика періодичності і строку надання результатів машинної обробки даних спостережень

№ п/п	Машинний документ	Періодичність і строк надання
1	Таблиці ТЗА	Щомісячно до 10-го числа наступного місяця
2	Характеристики забруднення за місяць (за окремими постами)	Щомісячно до 10-го числа наступного місяця
3	Те саме по місту	Щомісячно до 10-го числа наступного місяця
4	Характеристики забруднення за перше півріччя	1 раз на рік до 20 січня
5	Те саме за рік (за окремими постами)	1 раз на рік до 20 січня
6	Характеристики забруднення за рік (по місту)	1 раз на рік до 20 січня
7	Характеристики забруднення за будь-яку кількість місяців (за окремими постами)	За запитом
8	Характеристики забруднення за будь-яку кількість місяців року (по місту)	За запитом із вказівкою номерів постів для узагальнення

1.2 Запис результатів одиничних спостережень на стаціонарних та маршрутних постах

Усі результати одиничних спостережень на стаціонарних і маршрутних постах спостерігач записує у таблицю запису щоденних спостережень за забрудненням атмосфери на постах **ТЗА-0** (табл. 1.2).

На початку таблиці наводять загальні відомості про місцезнаходження поста і часу спостереження (місто, пост, дата, строк). Потім записують результати спостережень, назву вимірюваної домішки, номери проби використовуваних приладів, сорбційних трубок або фільтрів, час початку та кінця відбору проби повітря, витрати повітря, об'єм аспіраційного повітря, дані про температуру повітря, атмосферний тиск, напрям та швидкість вітру, стан погоди та поверхні ґрунту. Один аркуш ТЗА використовують для запису даних за один строк. ТЗА-0 разом з пробами надсилають у лабораторію, де вона зберігається протягом року [3].

Таблиця 1.2 – Записи щоденних спостережень за забрудненням атмосфери на постах ТЗА-0

Місто _____ Пост _____ Спостерігач _____
 Дата _____ Строк _____

Домішка	Номер проби	Час відбору τ , ГОД. ХВ.		Витрати повітря U , $\text{дм}^3/\text{хв.}$	Об'єм повітря V , дм^3	Температура t , $^{\circ}\text{C}$	Вітер	
		τ_1 — поча- ТОК	τ_2 - кінець				Напря- d^0	Швидкість V , м/с
Температура в середині поста t , $^{\circ}\text{C}$						Стан		
						погоди	поверхні грунту	
Тиск, мм рт. ст.								

Спостерігач _____ (підпис)
 Дата відправки проб у лабораторію _____

1.3 Складання та кодування таблиць по даним спостережень за концентраціями забруднювальних речовин та метеорологічними величинами

Первинною формою збирання результатів спостережень за концентрацією домішок та необхідними метеорологічними характеристиками є заповнений вручну бланк підготовки даних для введення в ЕОМ (ручна ТЗА). Залежно від виду вимірювань розрізняють **ТЗА-1, ТЗА-2, ТЗА-3 і ТЗА-4.**

В **ТЗА-1** записують дані спостережень на мережі постійно діючих стаціонарних або маршрутних постів. В **ТЗА-2** записують дані спостережень під факелами промислових підприємств на різних відстанях від джерел забруднення. В **ТЗА-3** записують дані добових спостережень на

стаціонарних постах. В ТЗА-4 записують дані безперервних спостережень, які проводилися за допомогою автоматичних газоаналізаторів.

Для ручних ТЗА-1, ТЗА-2, ТЗА-3 використовують бланк перфорації єдиного вигляду. Запис у таблицю роблять щоденно. Дані про концентрацію домішок переносять у таблицю з відповідних журналів, метеорологічні характеристики - з таблиці ТЗА-0 або із книжки КМ-1 (для основної метеостанції). Відомості ручної ТЗА є початковими в автоматизованій системі обробки інформації про забруднення атмосфери.

Кодування результатів спостережень. Макет для кодування результатів дискретних спостережень має вигляд:

I	II	III	IV	V	
//aaГГ	MMhHHP	фффλλλ	PPRRKS	XXXXNN	
1	2	3	4	5	6
((JJR₁	GGYYY	bbrrr	+TTT0	ddvvψ	ffeee

Макет призначений для кодування результатів спостережень за місяць на окремому стаціонарному (або маршрутному) посту або під факелом одного промислового підприємства. Він складається з п'яти шестизначних (групи I – V) та шести п'ятизначних груп (групи 1 – 6). Групи I – V містять загальну інформацію – ознаковий блок. Групи 1 - 6 використовують при кодуванні інформації в окремі строки спостережень і поділені на три блоки:

- 1) просторово-тимчасовий блок (групи 1 - 2);
- 2) дані спостережень за концентраціями домішок (група 3);
- 3) дані метеорологічних спостережень (групи 4 - 6).

Макет складається з шести шестизначних груп I – VI, ознакового блока та чотирьох п'ятизначних груп. Він служить для перфорації результатів спостережень за місяць на окремому стаціонарному (або маршрутному) посту, проведених за допомогою автоматичних засобів реєстрації. Групи, записані на бланку, відокремлені пробілами.

Складання ТЗА-1.

У перший аркуш запису даних окремого поста заносять загальну інформацію – ознаковий блок (групи I – V), тобто заповнюють перші 34 позиції бланка підготовки даних для введення в ЕОМ.

Запис ознакового блока. Усі елементи ознакового блока слід заповнити, а також ретельно перевірити правильність запису ознакового блока.

Група I заноситься в позиції 1 - 6.

// (або ##) - означає початок запису відомостей одного поста за один місяць, розташовується у позиціях 1 та 2 (символи // використовувалися при занесенні даних на перфострічку, а на магнітну стрічку або перфокарту - символ ##);

аа - у позиціях 3 й 4 записується шифр виду інформації (для ТЗА-1 завжди 11);

ГГ - рік спостережень (дві останні цифри), заноситься в позиціях 5 і 6.

Група II знаходиться у позиціях 8 - 13.

ММ - номер місяця проставляють у позиціях 8 і 9, січень кодується 01, листопад 11;

hhh - висота метеорологічної станції над рівнем моря знаходиться у позиціях 10 – 12 і кодується в десятках метрів (наприклад, 65 м - 006; 287 м - 029; 1350 м - 135). Для станцій, які мають від'ємну відмітку висоти над рівнем моря, знак "мінус" записується у вигляді цифри 9, яка є першим знаком (наприклад, висота станції над рівнем моря -112 м записується 911);

P - ознака довготи, записується в позиції 13, кодується так:

P = 0 , коли східна довгота менша за 100°;

P = 1, коли східна довгота більша або така, що дорівнює 100°;

P = 2, коли західна довгота більша або така, що дорівнює 100°;

P = 3, коли західна довгота менша за 100°.

Група III - координатний номер міста, записується у позиціях 15 - 20.

Група IV - позиції 22 - 27.

PP - загальна кількість постів у місті за даний місяць, записується в позиціях 22 - 23;

RR - загальна кількість видів домішок, записаних у дану ТЗА, позиції 24 - 25;

K - код типу поста, розміщується в позиції 26, кодується згідно з табл. 1.3;

S - знак координат поста, заповнює позицію 27. Самі координати (XXXX) записуються у групі V.

Група V заноситься у позиції 29 - 34.

XXXX - координати поста, позиції 29 - 32;

NN - номер поста, позиції 33 і 34.

Номер та координати поста мають відповідати інформації, яка наводиться в переліку умовно постійних характеристик для даного міста. Координати визначають, накладаючи на схему міста відомого масштабу квадратну сітку з кроком 1 км (рис. 1.1), яка орієнтується строго по сторонах горизонту (Пн, Пд, Зх, Сх); квадрати нумеруються за цими напрямками, починаючи з верхнього правого кута. Положення сітки залишається фіксованим із року в рік, що забезпечує сталість координат

поста. При розширенні кордонів міста відповідно додаються квадрати. Знак координат поста **S** кодується за схемою (рис. 1.1):

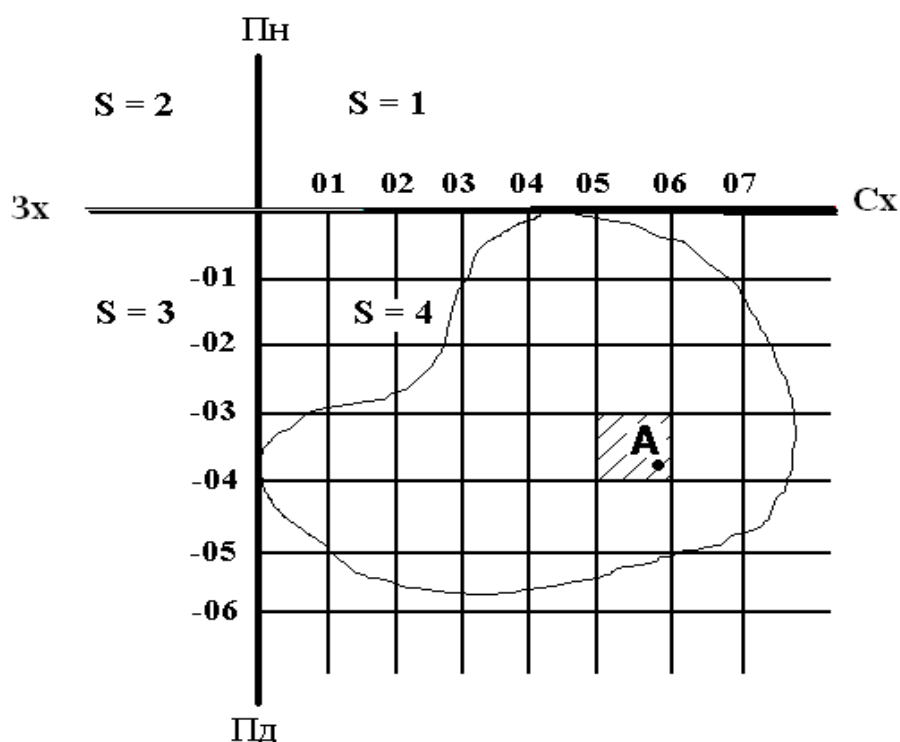


Рисунок 1.1. Приклад визначення координат поста.

1 - додатне значення горизонтальних та вертикальних координат;
 2 – від’ємне - горизонтальне, додатне - вертикальне; 3 – від’ємне значення горизонтальної та вертикальної координат; 4 - додатне значення горизонтальної, від’ємне - вертикальної.

Таблиця 1.3 – Характеристика коду **К** - типів постів спостережень

Тип поста	К
Метеостанція без спостережень за забрудненням атмосфери	0
Опорний пункт на основній метеостанції	1
Опорний пост	2
Стаціонарний пост на основній метеостанції	3
Стаціонарний пост	4
Маршрутний пост	5
Стаціонарні (маршрутні) пости санітарно-епідеміологічної служби	6
Підфакельні спостереження	7
Автоматизований пост спостережень	8
Стаціонарний пост з добовою програмою спостережень	9

У прикладі на рисунку накреслений квадрат має координати 06 (по горизонталі) та 04 (по вертикалі) і знак S - 4, у графу XXXX записується 0604.

Описана вище інформація (просторово-тимчасовий блок) кодується один раз за місяць.

Далі кодуються безпосередньо результати спостережень. Кожен новий рядок - інформація за окремий строк спостережень.

Дані спостережень за всі строки щоденно послідовно записують по рядках згідно з вказаними на бланку індексами у п'ятизначні групи відповідно до макета перфорації. Номер групи вказаний під позиціями, які займає група. Результати спостережень об'єднані в два блоки - концентрації домішок (група 3) й метеорологічних характеристик (групи 4 - 6).

Група 1 займає позиції 1 - 5:

((або **NN** - початок кодування інформації за окремий строк, займає позиції 1 і 2 - якщо дані заносять на перфострічку, запис кожного рядка починають з двох круглих лівих дужок, якщо на перфокарту або магнітну стрічку, то в позиції 1 і 2 вписують номер поста у місті;

JJ - дата спостережень, яку записують у позиції 3 і 4;

R₁ - кількість шифрів домішок, які будуть записані в групі 3 за даний строк, - кодується на позиції 5 і завершує групу 1.

Група 2 займає позиції 7 - 11:

GG - строк відбору проб, округлений до цілої години, вказується у позиціях 7 і 8;

YYY - позиції 9 - 11 заповнюються буквою Ш (не несуть інформацію, використовуються для закінчення групи).

У **групу 3** записують дані про концентрації домішок - позиції 13 - 53:

bb - шифр домішки у АСОІЗА;

r r r - концентрація домішки, записана з заданою точністю.

В табл. 1.4 записано назви деяких домішок та масштабний множник М, який відповідає точності запису концентрації при кодуванні в АСОІЗА.

Назву граф для кожної домішки записують один раз на місяць. У графах для кожної домішки вказують чітко зрозуміло назву й шифр домішки над позначеннями. Домішки в графи можна записувати довільно, але рекомендується спочатку вказувати основні, а потім специфічні речовини.

Таблиця 1.4 - Перелік шифрів деяких домішок у АСОІЗА і точності запису їх концентрацій

№ п/п	Назва домішки	Шифр у АСОІЗА	Точність запису концентрації
1	Пил неорганічний	01	0,1
2	Двооксид сірки SO_2	02	0,01
3	Оксид вуглецю CO	04	1
4	Двооксид азоту NO_2	05	0,01
5	Озон O_3	07	0,001
6	Сірководень H_2S	08	0,001
7	Фенол C_6H_6OH	10	0,01
8	Сажа	11	0,01
9	Фтористий водень HF	13	0,001
10	Формальдегід $HCHO$	22	0,001

Таблиця 1.5 - Приклад запису даних концентрацій домішки

Домішка	Двооксид сірки	Оксид вуглецю	Двооксид азоту	Сірководень
Шифр	02	04	05	08
Концентрація, мг/м ³	0,15	9	5,39	Вимірювань немає
Вигляд групи	02015	04009	05???	08ЮЮЮЮ

Записуючи значення концентрацій, слід дотримуватися таких правил:

- значення концентрації слід заносити в строго відповідні графи;
- якщо концентрація домішки на порядок перевищувала вказану в табл. 1.4 точність, то значення концентрації кодується трьома цифрами 999. Саме значення слід записувати над даними цифрами і обводити червоним олівцем;
- замість забракованих або сумнівних значень у відповідних позиціях ставлять знаки ???, а самі значення концентрацій записують над цими знаками;
- якщо значення концентрацій нижчі від обраної точності запису, то їх округлюють;
- якщо число домішок, вимірюваних на посту протягом місяця, більше від 7, то результати спостережень за рештою домішок оформляють у вигляді запису додаткової ручної ТЗА-1. При цьому в ознаковому блоці повторюється вся інформація і вказується кількість домішок, яка записується під ознаковим

блоком. Дані метеорологічних спостережень за відповідні строки повторюють;

- якщо дані концентрації домішок у бланк перфорації не заносяться, як **R₁** (позиція 5) записується 0, у позиціях 13 і 14 - символи ::, у позиції 15 ставиться пробіл, а з позиції 16 до кінця блоку (до позиції 54 включно) слід накреслити горизонтальну стрілку →;
- якщо $0 < \mathbf{R_1} < 7$, то після останньої позиції, зайнятої записом концентрації, слід зробити пробіл, потім проставити символ ::, далі знову пробіл і накреслити горизонтальну стрілку → до кінця блока (до позиції 54 включно);
- якщо відсутні дані вимірювань якоїсь домішки з тих, які вказані в головці таблиці, то у відповідну графу слід занести шифр домішки, а замість значення концентрацій записати ЮЮЮЮ;
- запис символів ЮЮЮЮ замість шифру домішки не допускається.

Групи 4 і 5 - дані спостережень за метеорологічними параметрами (записують у позиціях 55 - 65), які вимірювалися у строк відбору проб на посту. Якщо спостереження за концентраціями домішок проводяться на основній метеостанції, у таблицю заносять дані спостережень за найближчий строк (у межах 1,5 години); якщо спостереження за забрудненням припадає на середину інтервалу, то метеорологічна інформація наводиться за попередній строк:

+ТТТ - температура повітря зі знаком з точністю до десятих часток градусів, записують у позиціях 55 - 58. Наприклад, якщо значення 15,2 °С, то записують як +152, а значення -7,3 °С як -073;

0 - у цій позиції (позиція 59) завжди ставиться 0 (нуль) для закінчення групи;

dd - напрям вітру (позиції 61 і 62), кодується у десятках градусів. Наприклад 135 і 83 градуси записується як 14 і 08;

vv - швидкість вітру, м/с (позиції 63 і 64). Наприклад 8 і 15 м/с записується як 08 і 15. У разі штилю у позиціях 61 - 64 (ddvv) записують нулі;

Ψ - шифр атмосферних явищ (записується у позиції 65), який кодується згідно із табл. 1.6.

Група 6 займає позиції 67 - 71 і кодується по даним для основної метеостанції:

- **ff** - значення відносної вологості з точністю до 1 %, вологість 100 % кодується буквами ЭЭ, ff кодується у позиціях 67 і 68;
- **eee** - парціальний тиск водяної пари (позиції 69 - 71) у гектопаскалях з точністю до десятих (наприклад 0,07 гПа і 0,04 гПа записують як 001 і 000).

Таблиця 1.6 - Характеристика стану погоди Ψ

Шифр	Стан погоди, атмосферні явища	Ознаки
0		Атмосферних явищ шифру 2-9 немає
1	Ясно	На небі немає хмар
2	Імла	Помутніння повітря за рахунок завислих часток пилу, диму, гару. Повітря має синюватий відтінок
3	Серпанок	Слабке помутніння атмосфери за рахунок перенасичення повітря вологою. Повітря має сірий відтінок; видимість більша за 1 км
4	Дощ	Опади у вигляді рідких краплин
5	Мряка	Атмосферні опади у вигляді дрібних краплин, вони майже непомітні для ока
6	Пилова буря	Погіршення видимості на великій території через пил, піднятий сильним вітром
7	Сніг	Опади у вигляді льодових кришталіків
8	Туман	Помутніння атмосфери при горизонтальній видимості, менш за 1 км
9	Туман (або серпанок з опадами)	Помутніння атмосфери за рахунок туману (або серпанку) за наявності опадів

Якщо дані блока з метеорологічними спостереженнями неповні, то відповідні позиції 55 - 71 заповнюють буквами Ю стільки разів, скільки відведено позицій для запису відсутнього елемента. За відсутності метеорологічних характеристик за даний строк в позиціях 55 і 56 ставлять символ ::, потім роблять пробіл і накреслюють горизонтальну стрілку → до позиції 71 включно.

Приклад оформлення ТЗА-1 для КВП № 8, що знаходиться у м. Одесі, представлено у додатку А.

Правила заповнення ТЗА-2 і ТЗА-3 аналогічні вище викладеним.

Макет для кодування результатів безперервних спостережень (ТЗА-4) за одним видом домішки на посту має вигляд:

I	II	III	IV	V	VI
//aaГГ	MMhhhP	фффλλλ	PPRRKS	XXXXNN	FFFZZZ
1	2	3	4		
((JJф	bbrrr	RRRtt	TTT))		

Складання ТЗА-4. У таблицю ТЗА-4 заносять дані вимірювань однієї домішки за місяць, які проводять безперервно за допомогою газоаналізаторів. У таблиці для кожної години записують середні значення концентрацій домішок за перші 20 хв., що переносять зі стрічок газоаналізаторів, після обробки яких складається ТЗА-4. Результати вимірювань кожної домішки на одному пості включають в одну таблицю. Загальний вигляд ТЗА-4 представлений у табл. 1.7.

Таблиця 1.7 - Таблиця ТЗА-4

УГМ _____

Рік _____ Місяць _____ Місто _____ Номер поста _____ Домішка _____

Дата		Ознака неперервності	Години доби				За добу		Концентрація		Час наступу q_m	Тривалість періоду при $q > ГДК$
			01	02	.	24	сума концентрацій Σ q_c	число випадків n	q_c	q_m		
Група 1		Група 2								Група 3		Група 4
((JJ	φ	bbrrr								RRR	tt	TTT))

В групі IV в позиції PP замість числа постів записують шифр домішки, в позиції RR (в макеті для кодування ТЗА-4 відповідно bb) - замість числа домішок - загальну кількість газоаналізаторів, що працюють протягом поточного місяця.

У позиції K шифрують тип посту цифрою 8 (табл. 1.3). Після позиції XXXX додають групу VI, в якій:

FFF - тип прибору: газоаналізатор ГПК-1 кодується числом 111, ГМК-3 - числом 231;

ZZZ - висота встановлення датчика газоаналізатора над поверхнею землі в метрах.

У верхній частині кожного розгорнутого аркуша, складеного за формою, наведеною у табл. 1.7, записують відповідні відомості:

Група 1:

((- початок кодування інформації за окрему добу;

JJ - дата, записується у першій графі;

φ - ознака безперервності запису спостережень протягом доби, записується у другій графі: 0 - запис спостережень протягом доби є за всі години (і всі 20-хвилинні інтервали), 1- запис спостережень протягом доби переривався хоча б на один 20-хвилинний інтервал.

Група 2 - кодується 24 рази за добу:

bb - година доби, за яку кодується концентрація, кодується від 01 до 24 год;

rrr - відповідне значення концентрації, їх знімають із стрічок газоаналізаторів за перші 20 хв. щогодини. Точність запису концентрації для окремих домішок визначають за табл. 1.4.

Група 3:

RRR - призначена для запису найвищого (максимального) значення концентрації q , вибраного з усіх спостережень за дану добу;

tt - час в годинах, коли спостерігалася ця концентрація (записують з округленням до години).

Група 4:

TTT - тривалість періоду (в годинах з десятими частками години), протягом якого значення концентрації перевищувало разову *ГДК*. Наприклад, протягом даної доби 3 год 15 хв. концентрація домішки перевищувала *ГДК*. Це записується цифрами 032. Якщо період перевищення *ГДК* менш за 20 хв., це відповідно кодується як 999;

)) - кінець кодування інформації за добу.

1.4 Вихідні форми машинних документів автоматизованої системи обробки інформації про забруднення атмосфери (АСОІЗА)

Під час обробки інформації на ЕОМ системою АСОІЗА створюються основні вихідні машинні документи десяти форм:

- форма 1 - довідкова інформація;
- форма 2 – умовно-сталі характеристики;
- форма 4 - таблиця спостережень за забрудненням атмосфери ТЗА-1;
- форма 5 - характеристики забруднення повітря за місяць на посту;
- форма 6 - характеристика підсумовуючої дії кількох домішок;
- форма 7 - проміжні результати розрахунку фонових концентрацій;
- форма 8 - характеристики забруднення повітря за місяць по місту;
- форма 9 - характеристики забруднення повітря за рік на посту;
- форма 10 - характеристики забруднення повітря за рік по місту.

Розглянемо загальний вид *форми 1*, який наданий як табл.1.8.

Таблиця 1.8 - Форма 1 . Довідкова інформація

Шифр домішки		Точність запису, мг/м ³	ГДК, мг/м ³		А
в АСОІЗА	в „2ТП-повітря”		максимально-разова	середньо-добова	

Таблиця вміщує загальні відомості про домішки. У першій графі таблиці наводиться шифр домішки, який використовується в АСОІЗА, а у другій - шифр домішки за формою „2ТП-повітря”. У наступних графах таблиці для кожної домішки вказується точність, з якою концентрація домішки подається у вихідних машинних документах системи (масштабний множник); ГДК забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів (максимальна разова і середньодобова); параметр для розрахунку індексу забруднення атмосфери (А).

Форма 2 представлена як табл.1.9.

Таблиця 1.9 - Форма 2 .

Умовно-сталі характеристики

Вид інформації _____

Місто _____ Координатний номер _____ Висота над р.м. _____

Кількість домішок _____ Кількість постів _____ Швидкість вітру _____

Автоматичні прилади F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10

Довідки про домішки				Довідки про пости						
Шифр	Середня концентрація, мг/м³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м³	Максимуми		Номер	Ознака	Координати		Кількість	
			перший	другий			S	XXXX	Строків	Домішок

Таблиця вміщує відомості про склад мережі контролю забруднення атмосфери в конкретному місті, програму спостережень постів мережі, а також про критерії, які використовуються під час контролю за даними спостережень за концентраціями домішок в атмосфері міста.

Після заголовка таблиці вказують назву міста, його координатний номер, висоту метеостанції над рівнем моря. У наступному рядку наводять відомості про кількість домішок, які вимірюються у місті, і постів

спостережень за забрудненням атмосфери, значення швидкості вітру, яке використовують при розрахунку фонових концентрацій домішки, потім - інформацію про наявність у місті газоаналізаторів для безперервного вимірювання діоксиду сірки, оксиду вуглецю і діоксиду азоту (відповідно F1, F2, F3).

Таблиця складається з двох частин: ліворуч містяться статистичні характеристики забруднення атмосфери в даному місті, які використовуються як критерії при контролі якості даних спостережень. Для кожної домішки, яка має шифр, до складу цих характеристик входять: середнє значення концентрації, середнє квадратичне відхилення і два значення максимальних концентрацій.

Праворуч у таблиці містяться відомості про пости: номер, ознака поста (від 00 до 09), координати поста в місті, програма спостережень, кількість строків спостережень за добу і домішок, які вимірюються.

Форма 3 представлена у вигляді табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Форма 3

Результати семантичного контролю даних спостережень

Місто _____ Пост _____ Рік _____ Місяць _____

Номер макета	Дата	Строк	Температура, °C	Вітер		Атмосферні явища	Вологість		Сумнівні величини		
				напрямок	швидкість, м/с		відносна, %	абсолютна, гПа	Шифр домішки	Концентрація, мг/м ³	Шифр сумнівності

В цій таблиці наведені основні результати семантичного контролю даних спостережень. Після заголовка таблиці вказують назву міста, номер поста, рік і місяць. У таблиці друкуються дані лише тих строків, у яких виявлено сумнівне або помилкове значення. Такий строк позначають також датою і номером макета у вхідному потоці даних. Зміст метеорологічної інформації друкують завжди. Метеорологічний елемент з помилкою підкреслюють певними символами. Сумнівні дані про концентрацію домішок друкують у графах з назвою „сумнівні величини”. Помилкове значення шифру домішки підкреслюють символами //, у графі „Концентрація” записують значення концентрації, а в графі „Шифр сумнівності” – „0”. Якщо значення концентрації сумнівне, друкується шифр сумнівності: 1 - концентрація перевищила найбільше максимальне значення, вказане в таблиці умовно-сталих характеристик; 2 - концентрація

перевищила друге максимальне значення, вказане в цій самій таблиці; 4 - концентрація протягом кількох строків зберігає своє значення (таке, що не дорівнює нулю) і при цьому перевищує другий максимум, вказаний у таблиці умовно-сталих характеристик.

Усі проконтрольовані дані спостережень в подальшому зберігаються в АСОІЗА з відповідною поміткою про якість окремого елемента. Якщо шифр сумнівності 1 або 4, значення концентрації бракується і в наступних розрахунках не береться до уваги, якщо 2 - значення концентрації враховується в розрахунках.

Як табл. 1.11 представлена *форма 4*.

Таблиця 1.11 - Форма 4

Таблиця спостережень за забрудненням повітря ТЗА-1

Місто _____ Рік _____ Місяць _____
 Координатний номер _____ Кількість постів _____
 Пост _____ Координати поста _____ Кількість домішок _____

Дата	Строк	Температура, °С	Вітер		Явища	Вологість		Концентрація домішок, мг/м ³					
			напрям, десятки градусів	швидкість, м/с		відносна, %	абсолютна, гПа	01	02	04	05	...	07

Вона має проконтрольовані дані спостережень за забрудненням повітря за місяць на одному пості. Після заголовка таблиці друкуються назва міста, рік і місяць, координатний номер міста, номер поста та його координати у місті, загальна кількість постів у місті і кількість домішок, включених у дану ТЗА.

У таблиці друкуються дані метеорологічних спостережень: температура повітря, °С, з десятими частками градуса, напрям (в десятках градусів) і швидкість вітру, м/с, атмосферні явища - цифра коду, для основної метеостанції - відносна, %, і абсолютна, гПа, вологість.

У наступних графах під назвою „Концентрація домішок, мг/м³” вміщують шифри домішок, а в таблиці трьома цифрами друкуються концентрації цих домішок; точність запису концентрацій (масштабний множник) міститься у формі 1 (довідкова інформація). Кількість граф з даними концентрації відповідає кількості домішок і може дорівнювати 6, 10 або 15. Таблиця друкується у вигляді аркушів, на кожному з яких повторюється заголовок і шапка таблиці. Кількість аркушів таблиці

залежить від кількості спостережень за місяць, на кожному аркуші друкується не більш ніж 51 рядок.

При друкуванні таблиці використовують такі позначення: X - значення елемента забраковано за результатами синтаксичного або семантичного контролю; ∅ - значення елемента забраковано у вхідному повідомленні; пропуск - значення елемента відсутнє.

Форма 5 представлена у вигляді табл. 1.12.

Таблиця 1.12 - Форма 5

Характеристики забруднення повітря за місяць на посту

Шифр домішки	Кількість спостережень	Концентрація, мг/м ³			Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	Коефіцієнт варіації	Повторюваність, %		Кількість випадків перевищення			ІЗА
		середня	максимальна на				>ГДК	>5ГДК	ГДК	5ГДК	10ГДК	
			значення	дата								

Перед таблицею вказують назву міста, його координатний номер, рік, місяць і номер поста в місті. Для всіх домішок, позначених шифром, таблиця має такі результати розрахунків: кількість спостережень, значення середньої концентрації, максимальне значення концентрації з вказівкою дати і строку, коли воно спостерігалось, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, повторюваність випадків перевищення максимально разової ГДК і 5ГДК, кількість випадків перевищення ГДК, 5ГДК і 10ГДК, а також ІЗА [4].

Якщо спостережень менш від 20, для домішки наводяться тільки значення середньої максимальної концентрації домішки. Таблиця завершується рядком „Сумарний індекс забруднення атмосфери”, у якому вміщується значення ІЗА за всіма домішками, які спостерігаються на даному пості за даний місяць.

У вигляді табл. 1.13 представлена форма 6.

Таблиця включає повторюваність значень концентрації вище ГДК і 5ГДК за характеристиками підсумовуючої дії. Шифри домішок сумарної дії друкуються в заголовках граф цієї таблиці.

У разі наявності в атмосферному повітрі кількох речовин, які мають підсумовуючу дію, сума їх концентрацій має бути не більшою від одиниці в разі розрахунку за формулою:

$$\frac{q_1}{ГДК_1} + \frac{q_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{q_i}{ГДК_{и}} \leq 1, \quad (1.1)$$

де $q_1, q_2, \dots, q_n$ - фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;
 $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ - їх гранично допустимі концентрації.

Таблиця 1.13 - Форма 6

Характеристики підсумовуючої дії кількох домішок

Повторюваність, %	Шифри домішок							
	07+05+22	02+20	02+08	02+05	02+10	02+13	02+05+19+03	02+04+05+10
Більша за $ГДК$								
Більша за $5ГДК$								

Неповний перелік домішок, яким властивий ефект підсумовуючої дії, виглядає таким чином:

- аміак і сірководень;
- аміак, сірководень і формальдегід;
- аміак і формальдегід;
- азоту діоксид і оксид, мазутна зола, діоксид сірки;
- діоксид азоту, гексан, оксид вуглецю, формальдегід;
- діоксид азоту, гексан, сірки діоксид, вуглецю оксид;
- азоту діоксид, сірки діоксид;
- азоту діоксид, сірки діоксид, вуглецю оксид, фенол;
- ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид;
- ацетон і фенол;
- ацетон, фурфурол, формальдегід і фенол;
- ацетальдегід та вінілацетат;
- аерозолі п'ятиоксиду ванадію і оксидів марганцю;
- аерозолі п'ятиоксиду ванадію і сірчаний ангідрид;
- аерозолі п'ятиоксиду ванадію і триоксиду хрому;

Форма 7 містить проміжні результати розрахунку фонових концентрацій і представлена у вигляді табл. 1.14.

Таблиця 1.14 - Форма 7

Проміжні результати розрахунку фонових концентрацій

Шифр домішки	Параметри	Градації				
		0	1	2	3	4

У таблиці наводяться результати попередньої обробки даних спостережень на посту за місяць для розрахунку фонових концентрацій. Після заголовка таблиці записують назву міста, рік, місяць, номер поста. В таблиці для кожної домішки, яка позначена шифром, наводять для п'яти градацій напряму і швидкості вітру такі величини: кількість випадків із спостереженнями даної домішки, сума значень концентрацій домішки, мг/м^3 , і сума квадратів значень концентрацій домішки, мг/м^3 .

Характеристики забруднення повітря за місяць по місту представлені у вигляді форми 8 (табл. 1.15).

Таблиця 1.15 - Форма 8

Характеристики забруднення повітря за місяць по місту

Місто _____ Рік _____ Місяць _____
Координатний номер _____ Кількість постів _____

Шифр домішки	Кількість		Середня концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	Коефіцієнт варіації	Максимум, мг/м ³		Повто- рюва- ність, %		Кількість випадків >10ГДК	ІЗА
	Постів	спостережень				спостере- жуваний	розрахунковий	>ГДК	>5ГДК		

Сумарний індекс забруднення атмосфери _____ Кількість домішок _____

У таблиці друкуються результати узагальнення інформації про забруднення атмосфери за даними спостережень за місць на кількох або на всіх постах міста. Після заголовка таблиці вказують назву міста, рік,

місяць, координатний номер і кількість постів, де проводилися спостереження, кількість спостережень, розраховані за даними цих спостережень, середнє значення концентрації, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації. Потім наводиться спостережуване максимальне значення концентрації домішки і номер поста, на якому це значення спостерігалось, а також при кількості вимірів, менш за 200 - розраховане максимальне значення концентрації домішки, яке відповідає 95 %-му квантилю логарифмічно-нормального розподілу (графа „Максимум, розрахунковий”).

У наступних графах вказують повторюваність випадків перевищення максимально-разової ГДК і 5ГДК, а також кількість випадків перевищення 10ГДК. В останній графі таблиці друкується ІЗА. Якщо кількість вимірювань менш за 20, у таблицю вміщують лише значення середніх і максимальних концентрацій домішки.

У кінці таблиці друкується значення сумарного індексу забруднення атмосфери, яке обчислюється за даними усіх домішок, які перелічені в таблиці, кількість цих домішок друкується в останньому рядку.

Форма 9 представлена як табл. 1.16.

Таблиця 1.16 - Форма 9

Характеристики забруднення повітря за рік по посту

Місто _____ Пост _____ Рік _____
Координатний номер ____ Координати ____ Період усереднення ____ міс.

Шифр домішки	Кількість спостережень	Середня концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	Коефіцієнт варіації	Максимум, мг/м ³			Повторюваність,		Кількість випадків >10ГДК
					спостережуваний		розрахунковий при <i>P</i> , %			
					концентрація	номер місяця		5	1	

Сумарний індекс забруднення атмосфери ____ Кількість домішок ____

В таблиці друкуються результати статистичної обробки інформації про забруднення атмосфери за рік (або за кілька місяців) на посту. Після заголовка таблиці друкують назву міста, його координатний номер, номер

поста і його координати в місті, рік і період усереднення (кількість місяців, за які узагальнені дані спостережень). В таблиці відповідно до назви міста для кожної домішки вказують її шифр, кількість спостережень за розглянутий період, середню концентрацію, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, спостережуване значення максимальної концентрації і місяць, у якому спостерігалось це значення.

Якщо спостережень не менш за 200, наводяться розрахункові значення максимальних концентрацій, які не можуть перевищувати P % випадків (графи 5, 1 і 0,1 %). Оцінки розрахункових максимальних значень виконані в передбаченні логарифмічно-нормального закону розподілу концентрації домішки в атмосфері. У таблиці вказується також повторюваність випадків перевищення $10ГДК$. В останній графі таблиці наводиться індекс забруднення атмосфери ($IЗА$).

Після таблиці друкуються значення сумарного індексу забруднення атмосфери усіма домішками, а також кількість домішок, які вимірюються на цьому пості за період узагальнення.

Форма 10 подана як табл. 1.17.

Таблиця 1.17 - Форма 10

Характеристики забруднення повітря за рік по місту

Місто _____ Координатний номер _____ Рік _____
Період усереднення _____ міс. Номер постів _____

Шифр домішки	Кількість спостережень	Середня концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	Коефіцієнт варіації	Максимум, мг/м ³			Повторюваність,		Кількість випадків >10ГДК	ІЗД
					спостережуваний	розрахунковий при Р, %		>ГДК	>5ГДК		
						концентрація	номер поста				
					5	1	0,1				

Кількість домішок _____ Сумарний індекс забруднення атмосфери _____ Домішки _____

В таблиці друкуються результати статистичної обробки інформації про забруднення атмосфери за рік (або кілька місяців) за даними спостережень на кількох (або на всіх) постах. Після заголовка таблиці вказують назву міста, його координатний номер, рік, період усереднення

(кількість місяців, за які узагальнені дані спостережень) і номери постів, за якими зроблено узагальнення.

Далі для кожної домішки відповідно до назви граф друкуються шифр домішки, кількість спостережень на перелічених постах за розглянутий період. Потім для кожної домішки наводяться значення її середньої концентрації, середнього квадратичного відхилення, а також коефіцієнт варіації, спостережуване максимальне значення концентрації, номер поста і місяць, коли спостерігалось це значення. Якщо кількість спостережень не менш за 200, в таблиці наводять розрахункові значення максимальних концентрацій, які можуть бути перевищені не більш ніж у P % випадків (графи 5, 1, 0,1). Розрахунки заповнюють у припущенні логарифмічно-нормального закону розподілу концентрації домішок у атмосфері. В таблиці також наводиться повторюваність випадків перевищення максимальної разової $ГДК$ і $5ГДК$, а також кількість випадків перевищення $10ГДК$.

Останнім у графі таблиці є $ІЗА$. Після закінчення таблиці друкується кількість домішок, за якими зроблено узагальнення, значення сумарного індексу забруднення атмосфери міста з вказівкою шифрів домішок та далі по рядках - значення $ІЗА$ щодо найбільш забруднювальних домішок зі вказівкою їх шифрів. Оцінку сумарного $ІЗА$ проводять не менш як для 2-3 домішок.

Контрольні запитання

1. Причини виникнення АСОІЗА?
2. Які одержуємо переваги при використанні АСОІЗА?
3. Яка інформація заноситься спостерігачем у бланк ТЗА -0?
4. Які існують види таблиць забруднення атмосфери? Дати їх стислу характеристику.
5. Яка інформація входить у ознаковий блок макета кодування даних спостережень?
6. Яка інформація входить у просторово-тимчасовий блок макету кодування даних спостережень?
7. Яка конкретно інформація відноситься до даних метеорологічних спостережень при кодуванні?
8. Дані яких спостережень включають до ТЗА-4?
9. Дати стислу характеристику макету кодування результатів безперервних спостережень.
10. Які форми машинних документів створює АСОІЗА в ході обробки інформації на ЕОМ?

11. Яка інформація наведена у вихідних формах 1, 2, 3 машинних документів АСОІЗА?
12. Яка інформація наведена у вихідній формі 4 машинних документів АСОІЗА?
13. Яка інформація наведена у вихідних формах 5,8,9,10 машинних документів АСОІЗА?
14. Яка інформація наведена у вихідній формі 6 машинних документів АСОІЗА?
15. Яка інформація наведена у вихідній формі 7 машинних документів АСОІЗА?

Завдання для самостійної роботи

1. Ретельно вивчити теоретичну частину практичної роботи.
2. Студент має закодувати згідно із **макетом 1** результати спостережень за забрудненням атмосфери за 1 добу місяця на одному з стаціонарних постів м. Одеси. Для цього студент мусить одержати у викладача індивідуальний варіант завдання.
3. Для захисту практичної роботи надати охайно оформлений стислий конспект теоретичної частини роботи та результати кодування інформації про забруднення атмосфери.

Приклад кодування інформації про забруднення атмосфери

Приклад вихідних даних для кодування інформації має вигляд, представлений у вигляді табл. 1.18.

Таблиця 1.18 – Вихідні данні для кодування

ТЗА-1	1996	Місяць 02
Одеса	висота 40 м	
Координатний номер 464308	Кількість постів 08	
Пост 08	Кількість домішок 06	
Координати поста +08-11		

Дата	Срок	Концентрації домішок, мг/м ³						Темпер.	Вітер		А	Вологість	
		01	02	04	05	07	11		DD	VV		FF	EEE
1	1	001	006	001	009	002	002	-7,7	29	3	0	76	26
1	7	001	005	001	007	003	004	-7,4	32	4	1	74	26
1	13	002	004	001	005	003	004	-5,8	31	3	1	59	24
1	19	002	005	001	005	004	005	-7,1	30	2	1	61	22

Результат кодування

##1196 020040 464308 080634 081108
((016 01ШШШШ 01001 02006 04001 05009 07002 11002 -0770 29030 76026
((016 07ШШШШ 01001 02005 04001 05007 07003 11004 -0740 32041 74026
((016 13ШШШШ 01002 02004 04001 05005 07003 11004 -0580 31031 59024
((016 19ШШШШ 01002 02005 04001 05005 07004 11005 -0710 30021 61022

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизована система обробки результатів спостережень за станом забруднення атмосфери (АСОІЗА) : Методичні вказівки до практичної роботи з курсу “Моніторинг навколишнього середовища “ зі спеціальності “Метеорологія” / Укл. О.Г. Владимірова. - Одеса: ОГМІ, 1985. – 28 с.
2. Автоматизированная система обработки информации о загрязнении атмосферы (АСОИЗА) - первая очередь. - Л.: ГГО, ОФАП Госкомгидромета № 4051051036, 1986.
3. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. - М.: 1991.
4. Программа статистической обработки информации о загрязнении атмосферы за год на посту наблюдений и в целом по городу. - Л.: ГГО, ОФАП Госкомгидромета № 4051051036, 1987.

2 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ

2.1 Мета узагальнення інформації та вимоги до форми її подання

Мета обробки і узагальнення даних спостережень полягає:

- у одержанні вірогідної та об'єктивної інформації про рівень та причини забруднення атмосфери;
- визначенні тенденції змін рівня забруднення повітряного басейну;
- розробці рекомендацій по його зниженню й доведенні інформації до органів, які приймають рішення, і широкої громадськості.

Узагальнення виконується на підставі даних вимірювань разових або середньодобових концентрацій шкідливих домішок і відомостей про викиди шкідливих речовин у атмосферу конкретних міст.

Результати узагальнення інформації по території, підвідомчій Міністерству охорони навколишнього природного середовища в Україні, служать для виявлення:

- міст з найбільш високим рівнем забруднення атмосфери;
- джерел викидів шкідливих речовин, які вносять найбільший внесок у рівень забруднення атмосфери міст;
- шкідливих речовин, вміст яких у атмосфері визначає забруднення повітря у містах.

Це досягається спільним аналізом викидів шкідливих речовин, характеристик забруднення атмосфери та метеорологічних умов, які визначають перенос і розсіювання шкідливих речовин у атмосфері.

При обробці і узагальненні інформації необхідно дотримуватися певних правил. Узагальнення матеріалів про стан забруднення повітря міст проводиться за період від 1 місяця до 1 року та більш. Узагальнення може здійснюватися по одному місту та по декількох містах і населених пунктах. При узагальненні використовуються статистичні характеристики стану повітря населених міст, систематизовані у п. 2.2.

Інформаційні документи повинні бути оформлені у відповідності з діючими нормативними матеріалами.

Схема міст виконується на білому папері або кальці розміром 150×150 мм. Орієнтування схеми звичайне. Стрілкою вказується напрямок на північ у верхній частині малюнку. У нижній частині малюнка під схемою наводиться роза вітрів по восьми румбах за січень, червень і в цілому за розглядає мий рік. Застосовується масштаб: 1 см – 10 %. На схему наносяться головні площі, магістралі та вулиці міста і їх назви,

основні елементи ландшафту міста (моря, озера, річки, парки, гори і т.п.) і місцезнаходження постів з наданими їм стандартними номерами.

Використовуються такі позначки:

 - головні вулиці та магістралі;

 - метеостанції;

 - пости опорної мережі;

 - пости неопорної опорної мережі;

 - пости СЕС і інших відомств.

2.2 Характеристики стану забруднення атмосфери населених пунктів

Дані спостережень за концентраціями домішок (q_i) на стаціонарних і маршрутних постах, а також під факелами промислових підприємств розглядаються як сукупність випадкових величин – одиничних разових показників забруднення атмосфери.

Для систематизації і оцінки рівня забруднення атмосфери за певний період звичайно застосовуються такі статистичні характеристики:

а) середньоарифметичне значення концентрації домішки за добу $\bar{q}_d$:

$$\bar{q}_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i, \quad (2.1)$$

де n – число разових концентрацій, виміряних за 1 добу;

б) середньоарифметичне значення концентрації домішки за місяць $\bar{q}_{mic}$:

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

де n – число разових або середньодобових концентрацій, що отримані протягом j -того місяця ($n \geq 20$ за місяць для разових);

в) середньоарифметичне значення концентрації домішки за рік $\bar{q}_p$:

$$\bar{q}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = \left[\sum_{j=1}^J \bar{q}_j n_j \right] / \sum_{j=1}^J n_j, \quad (2.3)$$

де n – число разових або середньодобових концентрацій за рік ($n \geq 200$ для разових);

j – місяць.

г) середнє арифметичне значення концентрації використовується при складанні довідок про стан забруднення атмосфери протягом доби, місяця та ін. періоду в районі спостережень, для оцінки однорідності рядів спостережень; аналізу річного ходу змін концентрацій домішки; для подальших розрахунків.

2) середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного σ :

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q}_{mic})^2}{n - 1}}, \quad (2.4)$$

де n – число спостережень.

Середнє квадратичне відхилення - статистична характеристика ряду випадкових величин: разових чи середньодобових концентрацій, які отримані на стаціонарному чи маршрутному посту, що дозволяє оцінити розкид концентрацій відносно середньомісячного значення. Використовується для отримання інформації про мінливість середнього для статистичного аналізу розподілу концентрації.

3) максимальне значення концентрації q_m ;

4) коефіцієнт варіації V :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{q}_{mic}}. \quad (2.5)$$

Коефіцієнт варіації використовується для оцінки ступеню мінливості концентрації домішки від середнього арифметичного значення.

Середнє арифметичне значення концентрації домішок є одиничним осередненим (основним) показником забруднення атмосфери.

Результати багатьох досліджень показали, що дані вимірювань концентрацій домішок у приземному шарі атмосфери міст з достатньою точністю відповідають логарифмічно нормальному розподіленню. По ряду

спостережень перевіряють гіпотезу про те, що результати спостережень належать до логарифмічно нормального розподілення, й обчислюють показники логарифмічно нормального розподілення, а також значення максимальної концентрації з заданою вірогідністю перевищення. У відповідності з об'ємом даних спостережень та необхідністю розрахунку фонові концентрації домішки розраховують максимальні концентрації з вірогідністю перевищення у 5; 1 та 0,1 % випадків (q_m^5 , q_m^1 , $q_m^{0,1}$).

Усі статистичні характеристики розраховуються для різного осереднення за часом та простором.

Основним критерієм якості атмосферного повітря є гранично допустимі концентрації (*ГДК*), які затверджені Мінздравом. Тому, для оцінки стану або ступеню забруднення атмосфери використовуються одиничні осереднені показники забруднення атмосфери, нормовані на *ГДК* відповідного періоду осереднення. Встановлюють, чи виконується співвідношення:

$$q_i / ГДК_{mp} \leq 1. \quad (2.6)$$

Оскільки *ГДК_{сд}* встановлюються за тривалий період, перевіряють виконання співвідношення:

$$q_i / ГДК_{сд} \leq 1. \quad (2.7)$$

Нормовані на *ГДК* одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери називаються одиничними індексами забруднення атмосфери (*ІЗА*). *ІЗА* розраховується за формулою:

$$I = \left[\bar{q}_{mic} / ГДК_{сд} \right]_i^{C_i}, \quad (2.8)$$

де *i* – домішка,

C_i – константа, що приймає значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для відповідно 1, 2, 3, 4-го класу небезпеки речовин і яка дозволяє привести ступінь шкідливості *i*-ої речовини до ступеня шкідливості диоксиду сірки;

ГДК_{сд} – середньодобова гранично допустима концентрація домішки.

На основі перевірки співвідношення (2.6) розраховують число випадків (*m*) або повторюваність концентрацій, які перевищують *ГДК* та ін. величини, кратні *ГДК*.

Усі статистичні характеристики і одиничні *ІЗА* розраховуються за даними спостережень за концентрацією кожної речовини, що контролюється, окремо.

Для порівняння ступеню забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА (КІЗА) – безрозмірна функція характеристик ступеню забруднення атмосфери декількома речовинами. Комплексний ІЗА, враховуючий l речовин, присутніх у атмосфері, розраховується за формулою:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[\bar{q} / ГДК_{сд} \right]_i^{C_I}, \quad (2.9)$$

де $\bar{q}$ – осереднена за часом (місяць та рік), розрахована для посту, міста або групи міст концентрація i -ої домішки.

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

2.3 Завдання щодо виконання практичної роботи

1. Вивчити методичні вказівки по складанню таблиць ТЗА й вихідних форм машинних документів АСОІЗА.
2. Отримати у викладача вихідну інформацію (ТЗА-1 за один місяць по усім контрольно-вимірювальним постам міста (КВП)).
3. Провести вибірку даних по одній шкідливій речовині за увесь місяць по всім КВП міста.
4. Провести розрахунки і вибірки деяких характеристик забруднення (для однієї домішки і кожного посту) у відповідності з формулами (2.2), (2.4), (2.5), (2.8) і записати їх згідно з формою 5 (табл. 2.1 – 2.2).
5. Скласти карту середньомісячних значень концентрацій j -го інгредієнта. Для цього згідно з координатами (табл. 2.3) КВП нанести їх на карту-схему м. Одеси (рис. 2.1). Над точкою координат підписати номер КВП, під ним середньомісячні значення j -го інгредієнту і провести ізолінії рівних значень концентрацій.
6. Навести графічно зміни середньодобової концентрації (формула (2.1)) за місяць (рис. 2.2) по „найчистішому” і „найбруднішому” КВП (на одному графіку). „Найчистіший” та „найбрудніший” КВП визначаються за величиною середньомісячної концентрації домішки.

7. Скласти довідку про стан забруднення атмосфери міста j -им інгредієнтом за місяць, використавши розраховані характеристики, просторові та часові зміни середньомісячної та середньодобової концентрацій.

Таблиця 2.1 – Характеристика забруднення повітря за місяць на посту

№ КВП	Кількість спостережень, <i>n</i>	Концентрація, мг/м ³			Середнє квадратичне відхилення, σ	Коефіцієнт варіації, <i>V</i>	Повторю- ваність, %		Кількість випадків перевищення			ІЗА
		Середня, <i>q</i>	максималь- на				>ГДК _{мр}	>5ГДК _{мр}	ГДК _{мр}	5ГДК _{мр}	10ГДК _{мр}	
			значення	дата								

Таблиця 2.2 - ГДК та класи небезпеки забруднювальних речовин

Домішки	Клас небезпеки	Точність вимірювання	ГДК _{мр}	ГДК _{сд}
Пил неорганічний	3	0,1	0,5	0,15
Диоксид сірки (SO ₂)	3	0,01	0,5	0,05
Окис вуглецю (CO)	4	1,0	5	3
Диоксид азоту (NO ₂)	2	0,01	0,085	0,04
Озон (O ₃)	1	0,001	0,16	0,03
Сажа		0,01		
Сірководень (H ₂ S)	2	0,001	0,008	0,008
Фенол (C ₆ H ₅ OH)	2	0,01	0,01	0,01
Фтористий водень (HF)	2	0,001	0,02	0,005
Формальдегід (HCHO)	2	0,01	0,035	0,003

Таблиця 2.3 – Координати контрольно-вимірювальних постів

Координати постів	8	10	15	16	17	18	19	20
X	+07	+03	+03	+04	+03	+03	+05	+05
Y	-09	-02	-05	-07	-07	-08	-10	-07

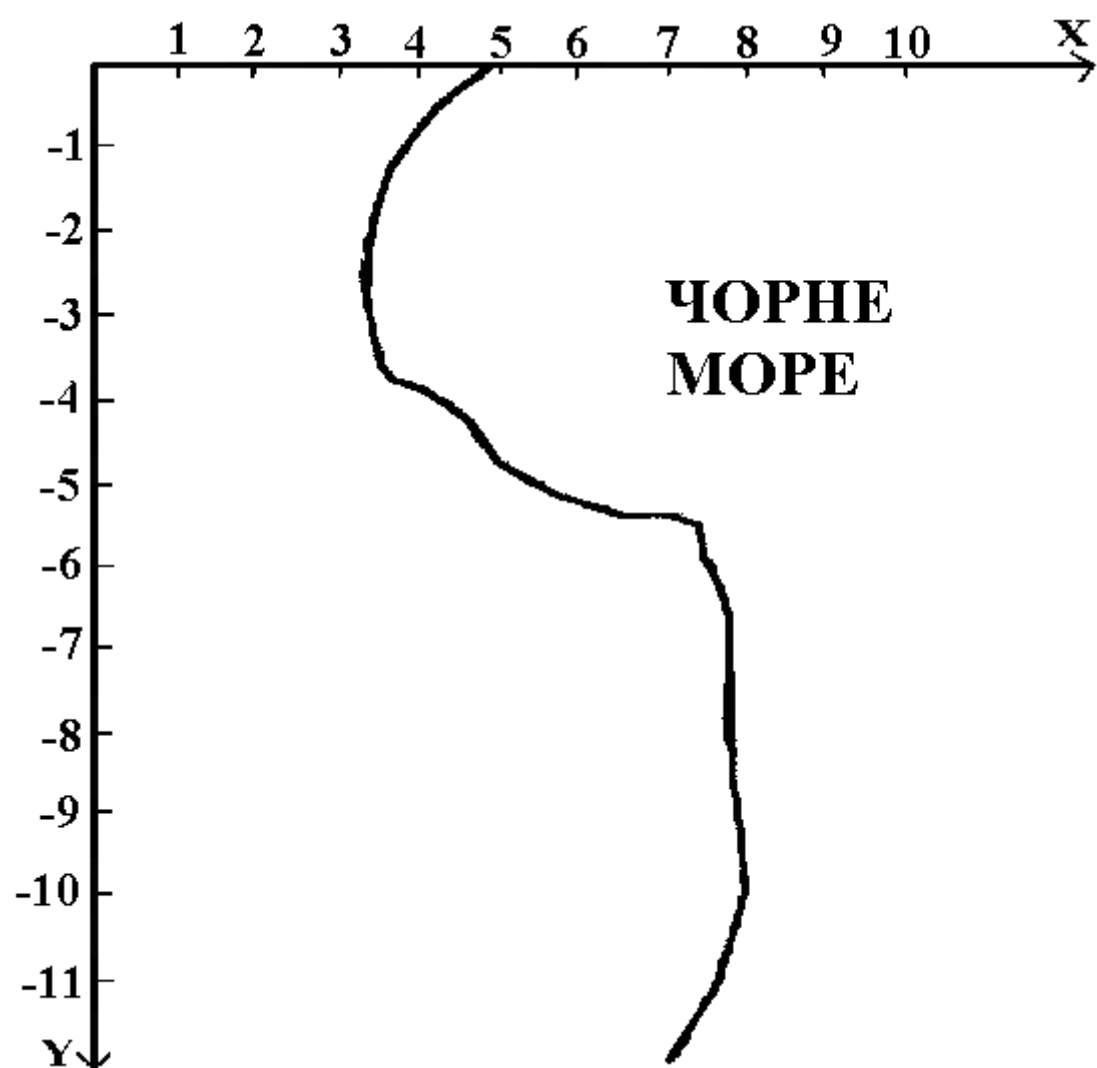


Рисунок 2.1. – Ситуаційна карта-схема розташування КВП у м. Одеса

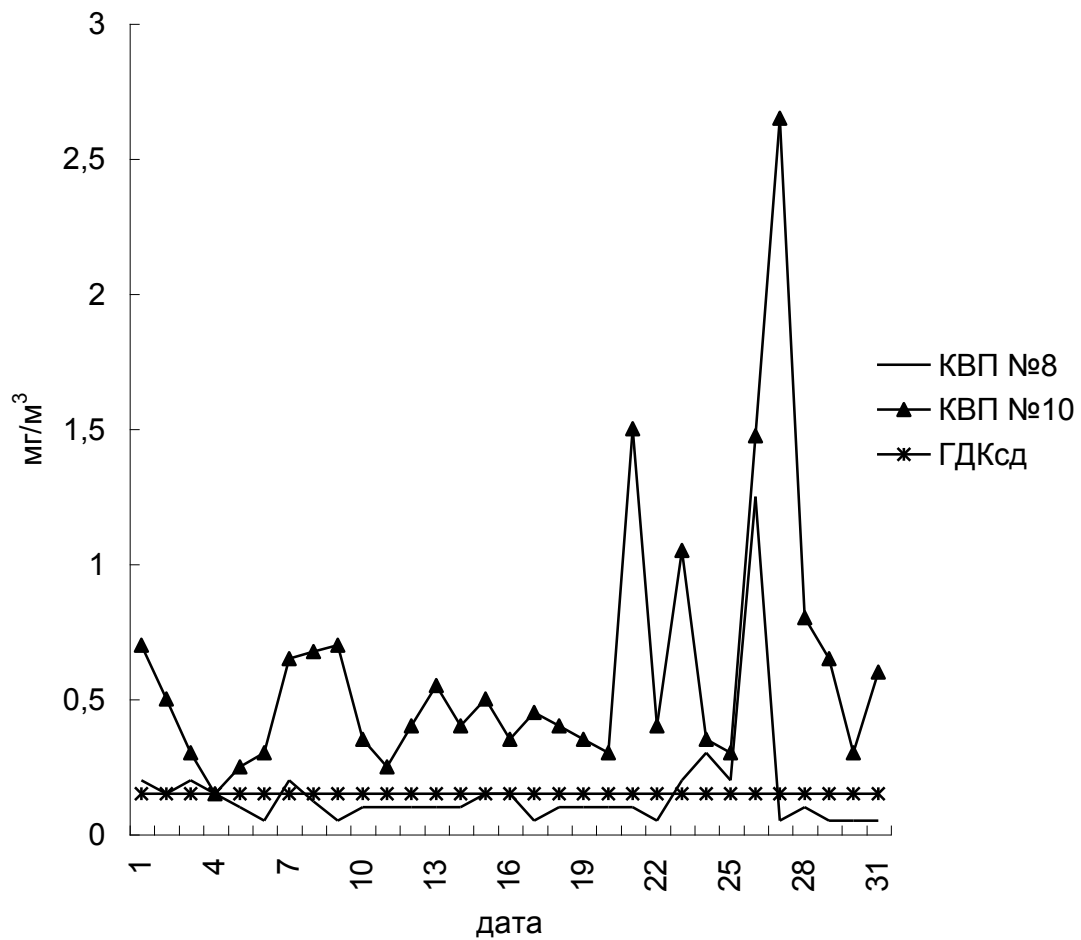


Рис. 2.2. Тимчасовий хід середньодобової концентрації (приклад).

2.4 Приклад розрахунку

У табл. 2.4 наведено фрагмент вихідних даних для розрахунку статистичних характеристик забруднення атмосфери.

Таблиця 2.4 – Дані спостережень за концентрацією CO (м. Одеса, вересень 1996 р.)

Дата	Строк	№ посту							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	7	1	5	5	4	3	10	3	4
1	19	2	5	4	5	6	15	4	3
2	7	1	6	5	2	2	6	2	1
2	19	1	4	6	4	5	10	1	1

У відповідності з формулами (2.2), (2.4), (2.5), (2.8) розрахуємо статистичні характеристики забруднення атмосфери.

Середньомісячне значення концентрації для КВП №8 розраховується за формулою (2.2):

$$\bar{q}_{mic} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = q_j = \frac{1+2+1+1}{4} = 1,3 \text{ (мг/м}^3\text{)}.$$

Результати розрахунку заносимо у табл. 2.5. Аналогічно розраховуються середньомісячні концентрації для інших КВП.

Максимальне значення концентрації визначається як найбільше за термін спостереження. При цьому в таблиці вказується дата й строк, коли це значення спостерігалось. Для КВП №8 максимальне значення концентрації складає 2 мг/м³ (1 вересня, 19 год.).

Середнє квадратичне відхилення розраховується за формулою (2.4), і для КВП №8 складає:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q}_{mic})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(1-1,3)^2 + (2-1,3)^2 + (1-1,3)^2 + (1-1,3)^2}{3}} = 0,5 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

Результати розрахунку заносяться в табл. 2.5. Аналогічно розраховується середнє квадратичне відхилення для інших КВП.

Коефіцієнт варіації розраховується за формулою (2.5), і для КВП №8 складає:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{q}_{mic}} = \frac{0,5}{1,3} = 0,4.$$

Результати розрахунку заносяться в табл. 2.5. Аналогічно розраховується коефіцієнт варіації для інших КВП.

Кількість перевищень ГДК та повторюваність перевищень визначається відносно ГДК_{мр}. Повторюваність перевищень визначається відносно загальної кількості спостережень на КВП.

ІЗА визначається за формулою (2.8) згідно табл. 2.2, і для КВП №8 складає:

$$I = [\bar{q}_{mic} / ГДК_{сд}]_i^{C_I} = [1,3 / 3,0]^{0,9} = 0,5.$$

Таблиця 2.5 – Характеристика забруднення повітря за місяць на посту
(CO, вересень 1996 р., м. Одеса)

№ КВП	Кількість спостережень, <i>n</i>	Концентрація, мг/м ³				Середнє квадратичне відхилення, σ	Коефіцієнт варіації, <i>V</i>	Повторюваність, %		Кількість випадків перевищення			<i>I</i> ЗА
		Середня, <i>q</i>	максимальна					<i>>ГДК_{мр}</i>	<i>>5ГДК_{мр}</i>	<i>ГДК_{мр}</i>	<i>5ГДК_{мр}</i>	<i>10ГДК_{мр}</i>	
			значення	дата	строк								
8	4	1,3	2	1	19	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0,5
10	4	5,0	6	2	7	0,8	0,16	25	0	1	0	0	1,6
15	4	5,0	6	2	19	0,8	0,16	25	0	1	0	0	1,6
16	4	3,8	5	1	19	1,3	0,3	0	0	0	0	0	1,2
17	4	4,0	6	1	19	1,8	0,5	25	0	1	0	0	1,3
18	4	10,3	15	1	19	3,7	0,4	100	0	4	0	0	3,0
19	4	2,5	4	1	19	1,3	0,5	0	0	0	0	0	0,8
20	4	2,3	4	1	7	1,5	0,7	0	0	0	0	0	0,8

Результати розрахунку заносяться в табл. 2.5. Аналогічно розраховується ІЗА для інших КВП.

2.5 Контрольні запитання

1. З якою метою використовують результати узагальнення інформації про забруднення атмосферного повітря?
2. Які основні статистичні характеристики використовують для оцінки забруднення повітряного басейну?
3. Що таке одиничний показник забруднення атмосфери?
4. Як розраховуються одиничні ІЗА?
5. Що являє собою комплексний індекс забруднення атмосфери і для чого він використовується?

3 РОЗРАХУНОК ІНТЕГРАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА

3.1 Загальні теоретичні відомості

У результаті взаємного перемішування викидів шкідливих речовин з багатьох джерел, які розміщені на території промислового міста, формується деякий рівень забруднення атмосферного повітря (так зване фонове забруднення).

Фонове забруднення характеризується узагальненими інтегральними показниками вмісту шкідливих домішок по місту в цілому. Такі характеристики менш підлягають випадковим відхиленням, ніж концентрації в окремих точках міста. Вони менше залежать від режиму викидів та в основному визначаються метеорологічними факторами і термодинамічними умовами розсіювання домішок у атмосфері.

Існує кілька способів характеристики забруднення повітря по місту в цілому і для встановлення узагальнених показників забруднення [1]. Один з них ґрунтується на розкладанні даних спостережень за концентраціями домішок на природні ортогональні складові. Другий пов'язаний з фіксацією одночасного формування відносно високих концентрацій домішок у повітрі на території даного міста та щоденних розрахунках їх повторюваності відносно загального числа спостережень протягом дня.

На практиці використовується ряд інтегральних показників забруднення атмосфери [2,3]. Найпоширенішим з них є середнє значення концентрації інгредієнта, обчислене за даними вимірювань у конкретний строк (або за добу) в усіх точках міста, нормованих на середньосезонну концентрацію:

$$\tilde{q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{\bar{q}_{ci}}, \quad (3.1)$$

де N - число контрольно-вимірювальних постів (КВП) у місті,;

q_i - середньодобова концентрація домішки на i -му КВП;

$\bar{q}_{ci}$ - середньосезонна концентрація домішки на i -му КВП.

Якщо розрахунок виконується за даними, для яких вже здобуті середньомісячні концентрації інгредієнтів, середньосезонна концентрація $\bar{q}_{ci}$ визначається як середнє з трьох середньомісячних концентрацій інгредієнтів на i -му КВП певного сезону.

Наприклад для літа:

$$\bar{q}_{ci} = \frac{\bar{q}_{6i} + \bar{q}_{7i} + \bar{q}_{8i}}{3}. \quad (3.2)$$

Для оперативного розрахунку інтегральних показників рекомендується враховувати середній рівень забруднення повітря протягом відповідного тримісячного періоду попереднього року та попереднього місяця поточного року. Наприклад, для розрахунку показників у квітні 2005 р. середньосезонна концентрація визначається за формулою:

$$\bar{q}_{ci} = \frac{\bar{q}_{i3.2004} + \bar{q}_{i4.2004} + \bar{q}_{i5.2004} + \bar{q}_{i3.2005}}{4}, \quad (3.3)$$

Значення інтегральних показників при цьому можуть якимось відрізнитись від обчислених за середньосезонними даними за рахунок зміни рівня забруднення повітря у минулому році порівняно з поточним, однак відносні зміни показників практично зберігаються.

Завдяки нормуванню кожної виміряної концентрації на середню за сезон (або півріччя) параметр стає універсальним, незалежним від різниць рівнів забруднення в різних районах та в різні сезони.

Залежно від значення параметра $\tilde{q}$ розрізняють чотири класи фонового забруднення повітря. Характеристика класів забруднення приведена у табл.3.1

Таблиця 3.1 – Характеристика класів фонового забруднення

Клас забруднення	Кількісне значення параметру	Якісна оцінка забруднення
1	$\tilde{q} \geq 1,5$	Високе
2	$1,0 \leq \tilde{q} < 1,5$	Підвищене
3	$0,6 \leq \tilde{q} < 1,0$	Знижене
4	$\tilde{q} < 0,6$	Слабке

Л.Р. Соньки [3] запропонував ще один інтегральний показник забруднення повітря:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (3.4)$$

де n - загальна кількість спостережень за концентрацією домішки протягом доби на всіх КВП міста;

m - кількість спостережень протягом цієї самої доби з концентраціями q (разовими), що перевищують середньосезонну величину $\bar{q}_{ci}$ більш, ніж у 1,5 рази.

Отже, параметр P характеризує частину істотно підвищених концентрацій від загального числа вимірювань протягом доби.

Щоб отримати щоденні значення параметра P , заздалегідь обчислюють середньосезонні значення концентрацій для кожного стаціонарного пункту вимірювань окремо для кожної домішки.

Параметр P може змінюватися від одиниці (якщо всі вимірювані концентрації перевищують більш ніж у 1,5 рази середньосезонну концентрацію) до нуля (жодна з концентрацій її не перевищує).

Для розрахунку параметра P та його використання як характеристики фоновго забруднення повітря необхідно дотримуватися двох умов:

- кількість КВП у місті має бути не меншою від трьох;
- кількість спостережень за концентраціями домішок у повітрі на всіх пунктах протягом доби має бути не меншою за 20.

Параметр P обчислюють окремо для кожної домішки й за всіма домішками разом. Найбільший інтерес становить цей показник, розрахований за всіма домішками, оскільки в цьому разі він характеризує загальний стан забруднення повітряного басейну міста.

Залежно від значення P розрізняють три класи рівня забруднення. Їх характеристика приведена у табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика класів фоновго забруднення

Клас забруднення	Кількісне значення параметру	Якісна оцінка забруднення
1	$0.35 \leq P \leq 1$	Високе
2	$0,2 \leq P < 0,35$	Відносно підвищене
3	$0 \leq P < 0,2$	Знижене

Контрольні запитання

1. Що таке фонове забруднення атмосфери?
2. Яка особливість притаманна узагальненим інтегральним показникам фоновому забрудненню атмосфери?
3. Які є способи розрахунку середньо сезонної концентрації?
4. Як обчислюється інтегральний показник забруднення атмосфери $\tilde{q}$?
5. Які існують класи забруднення атмосфери в залежності від значення показника $\tilde{q}$?
6. Як обчислюється інтегральний показник забруднення атмосфери P ?
7. Які існують класи забруднення атмосфери в залежності від значення показника P ?
8. Охарактеризувати дві обов'язкові умови при розрахунку показника P ?

Завдання для самостійної роботи

1. Ознайомитися з теоретичною частиною.
2. Вихідними даними для виконання роботи є вихідні дані попередньої практичної роботи “Узагальнення інформації про забруднення атмосфери міст”.
3. Обчислити середньосезонну концентрацію домішки для кожного з восьми КВП з використанням формули (3.2) та Додатку А, а також $1,5\bar{q}_{ci}$. Результати розрахунку середньосезонних концентрацій представити у вигляді таблиці 3.3.
4. Розрахувати параметр $\tilde{q}$ для кожної доби аналізованого місяця згідно формули 3.1.
5. Обчислити параметр P для кожної доби аналізованого місяця згідно формули 3.4, скориставшись для зручності таблицею відповідної форми (таблиця 3.8).
6. Результати розрахунку $\tilde{q}$ та P представити у табличному вигляді аналогічно прикладу (таблиця 3.8).
7. Обчислити середні значення та середні квадратичні відхилення за знайденими для часових рядів $\tilde{q}$ і P . Результати представити у табличному вигляді. Розраховуючи статистичні характеристики, можна користуватися [4].
8. Побудувати гістограми розподілу параметрів $\tilde{q}$ і P та визначити модальний інтервал для кожного показника. Проаналізувати зовнішній вигляд гістограм. Зробити висновок про можливість того, що розподіли показників можуть бути апроксимовані нормальним або логнормальним законами розподілення.

9. Визначити повторюваність класів забруднення в досліджуваному місяці по кожному з показників фонового забруднення. Результати представити у вигляді таблиць 3.4 і 3.5.
10. Побудувати часовий хід значень $\tilde{q}$ і P (величини $\tilde{q}$ і P для неділі і свят, коли не проводилися спостереження, отримують інтерполяцією їх значень за попередній та наступний день).
11. На підставі попередньо отриманих результатів розрахунків скласти аналіз фонового забруднення м. Одеси.
12. Для захисту практичної роботи необхідно надати у письмовому вигляді:
 - вибірку початкових даних концентрації інгредієнта;
 - ряди значень показників забруднення $\tilde{q}$ і P ;
 - таблицю статистичних характеристик $\tilde{q}$ і P ($\bar{\tilde{q}}, \bar{P}, \sigma_q, \sigma_p$);
 - часовий хід величин $\tilde{q}$ і P у вигляді графіка;
 - таблиці повторюваності рівня забруднення за класами $\tilde{q}$ і P .
 - аналіз фонового забруднення повітряного басейну за досліджуваний місяць.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку $\bar{q}_{ci}$ та $1,5\bar{q}_{ci}$ на мережі
стаціонарних постів м. Одеси

(Домішка _____ Сезон _____ Рік _____)

Параметр	КВП							
	8	10	15	16	17	18	19	20
$\bar{q}_{ci}$								
$1,5\bar{q}_{ci}$								

Таблиця 3.4 – Повторюваність класів забруднення показника $\tilde{q}$ у
м. Одеса

(Домішка _____ Сезон _____ Рік _____)

Клас забруднення	Кількісне значення параметру	Повторюваність класів забруднення
1	$\tilde{q} \geq 1,5$	
2	$1,0 \leq \tilde{q} < 1,5$	
3	$0,6 \leq \tilde{q} < 1,0$	
4	$\tilde{q} < 0,6$	

Таблиця 3.5 – Повторюваність класів забруднення показника Р у м. Одеса

(Домішка _____ Сезон _____ Рік _____)

Клас забруднення	Кількісне значення параметру	Повторюваність класів забруднення
1	$0,35 \leq P \leq 1$	
2	$0,2 \leq P < 0,35$	
3	$0 \leq P < 0,2$	

Приклад розрахунків

Вихідні дані – це вибірка з ТЗА-1 разових концентрацій певної домішки на 8 КВП міста. Для прикладу наведена невелика частина такої вибірки для СО у вересні 1988 року (м. Одеси) – таблиця 3.6.

Таблиця 3.6 – Приклад значень концентрацій СО на восьми КВП за дві доби в вересні 1988 року

Дата	Строк	Концентрації, мг/м ³							
		8	10	15	16	17	18	19	20
2	1	1		3	4	2		3	
2	7	1	3		5		4	5	
2	13	1		4	5	4	5	4	3
2	19	2	4	5	5		4	4	2
3	1	1		4	6	2		3	
3	7	1	3		5		3	4	
3	13	1		4	6	3	4	5	
3	19	1	4	4	3		4	4	

Спочатку слід визначити середньосезонні концентрації для кожного з восьми КВП:

Згідно з ДОДАТКОМ А середньосезонні концентрації для вересня 1988 року складають:

$$\text{Для КВП № 8: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{1+1+1}{3} = 1,0 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 10: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{3+3+2}{3} = 2,7 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 15: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{4 + 3 + 2}{3} = 3,0 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 16: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{5 + 6 + 2}{3} = 4,3 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 17: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{3 + 2 + 2}{3} = 2,3 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 18: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{3 + 3 + 2}{3} = 2,7 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 19: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{4 + 4 + 2}{3} = 3,3 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{Для КВП № 20: } \bar{q}_{ci} = \frac{q_{9.1988} + q_{10.1988} + q_{11.1988}}{3} = \frac{3 + 3 + 2}{3} = 2,7 \text{ мг/м}^3.$$

Далі слід розрахувати середньодобові концентрації СО на кожному пості за 2 і 3 вересня.

Для прикладу середньодобові концентрації за 2 вересня на КВП № 8, 10 і 15 розраховуються таким чином:

$$\text{На КВП № 8: } \bar{q}_2 = \frac{1+1+1+2}{4} = 1,3 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{На КВП № 10: } \bar{q}_2 = \frac{3+4}{2} = 3,5 \text{ мг/м}^3.$$

$$\text{На КВП № 15: } \bar{q}_2 = \frac{3+4+5}{3} = 4,0 \text{ мг/м}^3.$$

Результати розрахунків середньодобових концентрацій можна представити у вигляді таблиці 3.7. У цю ж таблицю занесено значення $\bar{q}_{ci}$.

Таблиця 3.7 – Результати розрахунку середньодобових концентрацій на восьми КВП за дві доби в вересні 1998 року, а також значення $\bar{q}_{ci}$

Дата	Концентрації, мг/м ³							
	8	10	15	16	17	18	19	20
$\bar{q}_{ci}$	1,0	2,7	3,0	4,3	2,3	2,7	3,3	2,7
2 вересня	1,3	3,5	4,0	4,8	3,0	4,3	4,0	2,5
3 вересня	1,0	3,5	4,0	5,0	2,5	3,7	4,0	-

Далі можна розрахувати інтегральний показник забруднення атмосфери:

$$\tilde{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{q}_i}{\tilde{q}_{ci}} = \frac{1}{8} \left(\frac{\bar{q}_8}{\bar{q}_{c8}} + \frac{\bar{q}_{10}}{\bar{q}_{c10}} + \frac{\bar{q}_{15}}{\bar{q}_{c15}} + \frac{\bar{q}_{16}}{\bar{q}_{c16}} + \frac{\bar{q}_{17}}{\bar{q}_{c17}} + \frac{\bar{q}_{18}}{\bar{q}_{c18}} + \frac{\bar{q}_{19}}{\bar{q}_{c19}} + \frac{\bar{q}_{20}}{\bar{q}_{c20}} \right) =$$

2 вересня: $= \frac{1}{8} \left(\frac{1,3}{1,0} + \frac{3,5}{2,7} + \frac{4,0}{3,0} + \frac{4,8}{4,3} + \frac{3,0}{2,3} + \frac{4,3}{2,7} + \frac{4,0}{3,3} + \frac{2,5}{2,7} \right) = 1,26.$

3 вересня: $\tilde{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\bar{q}_i}{\tilde{q}_{ci}} = \frac{1}{7} \left(\frac{1,0}{1,0} + \frac{3,5}{2,7} + \frac{4,0}{3,0} + \frac{5,0}{4,3} + \frac{2,5}{2,3} + \frac{3,7}{2,7} + \frac{4,0}{3,3} \right) = 1,21.$

Щоб розрахувати інтегральний показник забруднення атмосфери Р використовують значення разових концентрацій. Зручно використовувати таблицю вигляд якої відповідає таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Значення разових концентрацій і результати розрахунків показника Р

Дата	Срок	Концентрації, мг/м ³											
		8	10	15	16	17	18	19	20				
q	середньо-сезонна	1,0	2,7	3,0	4,3	2,3	2,7	3,3	2,7	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>P</i>	$\tilde{q}$
1,5*q	середньо-сезонна	1,5	4,1	4,5	6,5	3,5	4,1	5,0	4,1				
2	1	1		3	4	2		3		4	24	0,17	1,26
2	7	1	3		5		4	5					
2	13	1		4	5	4	5	4	3				
2	19	2	4	5	5		4	4	2				
3	1	1		4	6	2		3		0	22	0	1,21
3	7	1	3		5		3	4					
3	13	1		4	6	3	4	5					
3	19	1	4	4	3		4	4					

Для визначення інтегрального показника Р слід порахувати *n* і *m*:
m визначається таким чином: рахують кількість концентрацій, які перевищують середньосезонну концентрацію на відповідному пості більш ніж у 1,5 рази. Ці концентрації у таблиці виділено жирним шрифтом. Для 2

числа таких концентрацій 4, тому $m_2=4$, а 3 числа їх немає жодної, тому $m_3=0$. За 2 число на восьми КВП разом було виміряно 24 концентрації, а за 3 число - виміряно 22 концентрації. Тому для 2 числа $n_2 = 24$, а для 3 числа $n_3 = 22$.

$$\text{Для 2 числа } P = \frac{m_2}{n_2} = \frac{4}{24} = 0,17.$$

$$\text{Для 3 числа } P = \frac{m_3}{n_3} = \frac{0}{24} = 0.$$

Перелік посилань

1. Розрахунок інтегральних показників рівня забруднення повітряного басейну міста: Методичні вказівки до практичної роботи з курсу „Моніторинг навколишнього середовища” для студентів спеціальності „Метеорологія” / Укл. І.Д. Лоева, О.Г. Владимірова. – Одеса: ОГМІ, 1995. – 28 с.
2. Владиміров Ф.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.
3. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 224 с.
4. Школьный Э.П., Лоева І.Д., Гончарові Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: підручник. – К.: Міністерства України, 1999. – 600 с.

4 РОЗРАХУНОК ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ МІСТ УКРАЇНИ

Автомобільний транспорт є одним з основних джерел забруднення атмосфери міст України. Для України важлива потреба захисту повітряного басейну міст від забруднення відпрацьованими газами автотранспорту, оскільки вона пов'язана зі збільшенням автомобільного парку, значною щільністю автомобільних доріг, зручних для транзитного транспорту, наявністю великої кількості великих міст і міських агломерацій на фоні несприятливої загальної екологічної ситуації в країні.

Існуючі дані загальнодержавної мережі спостережень і контролю забруднення навколишнього середовища, отримані на міських стаціонарних постах спостережень, дають загальну оцінку стану забруднення атмосферного повітря міста, і є недостатніми для планування і здійснення конкретних природоохоронних заходів, тому що в окремих функціональних зонах міста концентрації забруднювачів різко відрізняються від середніх величин. Особливо це важливо при оцінці стану повітряного басейну міста в зонах інтенсивного руху автотранспорту, який є низьким джерелом викидів, створює високі концентрації забруднювальних речовин у районах автомагістралей і прилеглих до них житлових забудов, де, як правило, проживає й активно працює значна кількість населення.

В наш час є декілька моделей, які дозволяли б визначати концентрації забруднювальних речовин на різних відстанях від проїжджої частини автодоріг. Однією з них є методика, розроблена на основі даних експериментальних досліджень, виконаних УкрНДГМІ Держкомгідромету в 1981 - 1991 рр. у наступних містах України: Києві, Ужгороді, Одесі, Дніпропетровську, Львові, Харкові, Маріуполі, Черкасах, а також на спеціальному автополігоні в м. Волгограді. Дані складаються з десятків тисяч вимірів концентрацій оксиду вуглецю, оксиду й діоксиду азоту, озону й вуглеводнів у районах автомагістралей різного типу.

4.1 Оцінка умов розсіювання домішок у приземному шарі в атмосфері на території України

Для автотранспорту найбільш об'єктивним показником розсіювання домішок є інтенсивність турбулентного перемішування, що

характеризується коефіцієнтом турбулентності k , який є найбільш важливим параметром структури приземного шару.

Відомо, що інтенсивне турбулентне перемішування зменшує концентрацію домішок у нижньому шарі атмосфери від низьких джерел, у т.ч. й автотранспорту. Слабка турбулентність створює умови для застою повітря, сприяє накопиченню домішок. З цього погляду є цікавою інформація про режим турбулентності на території України. Розрахунки коефіцієнтів турбулентності по даним тепло балансових станцій трудозатратні й громіздкі.

В УкрНДГМІ для характеристики фонового турбулентного обміну були використані 20-річні ряди 6-ти строкових спостережень теплобалансових станцій.

На рис. 4.1 і 4.2 наведений розподіл коефіцієнта турбулентності ($\text{м}^2/\text{с}$) по території України на рівні 1 м від поверхні землі (що особливо важливо для оцінки розсіювання домішок від автотранспорту) для двох періодів: рис. 4.1 – річне осереднення і рис. 4.2 – для липня (13 год - строк виміру). Фізико-географічні умови України спричиняються складний характер розподілу k . Рельєф, наявність гір, височин, озер і водоймищ, приморських територій, а також території великих міст - все це створює досить складну картину розподілу k .

При цьому загальні риси режиму турбулентності на території дозволяють зробити ряд важливих висновків.

Територія України взагалі відноситься до регіону невисокої інтенсивності турбулентного перемішування. Тут майже не зустрічаються величини k , які б перевищували значення $0,20 \text{ м}^2/\text{с}$. Виходить, це район слабкої й помірної турбулентності.

Влітку в період максимального турбулентного перемішування (рис. 4.2) чітко виділяються райони слабкої турбулентності. Половина території України являє собою зону слабого розсіювання домішок в атмосфері. Це практично вся рівнинна частина, захід, південний захід. На сході України у зв'язку з підвищеними швидкостями вітру турбулентність хоча й підсилюється, але не досягає величин, які б сприяли інтенсивному розсіюванню домішок. Додатковим несприятливим фактором є те, що тут на фоні помірної турбулентності спостерігаються декілька осередків слабого перемішування, які перебувають у районах розташування великих промислових центрів. Таким чином, на сході України, де розташовано багато значних джерел забруднення, режим турбулентності не сприяє розсіюванню домішок в атмосфері. Річні дані (рис. 4.1) підтверджують вище зазначене.

Таким чином, майже на всій території України, за винятком деяких ділянок прибережної смуги Чорного й Азовського морів, турбулентність

не забезпечує розсіювання великої кількості викидів в атмосфері від промислових підприємств й автотранспорту.

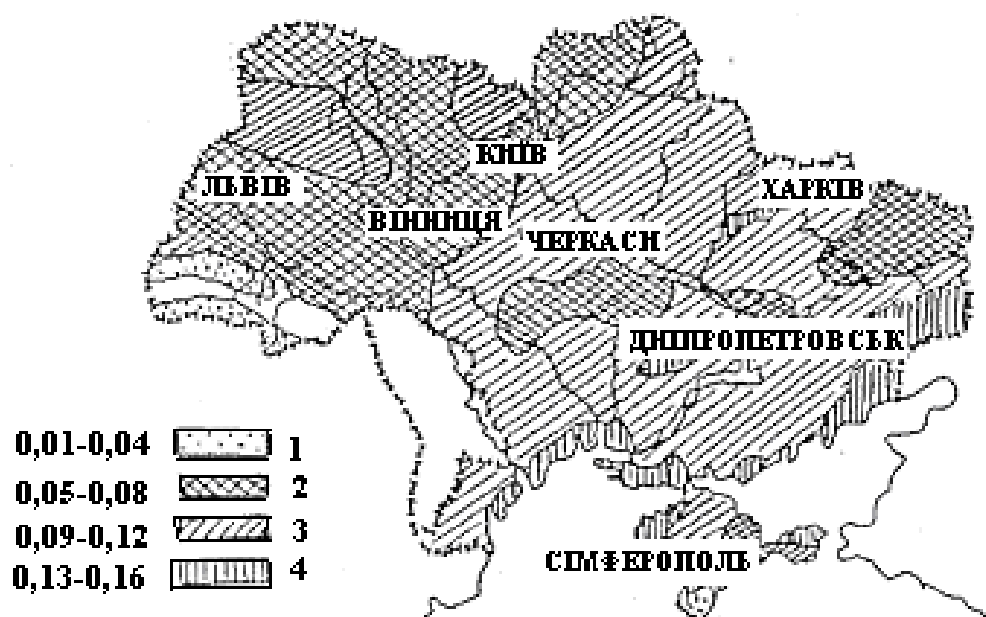


Рис. 4.1. Розподіл коефіцієнту турбулентності (m^2/s) по території України.
Рік.

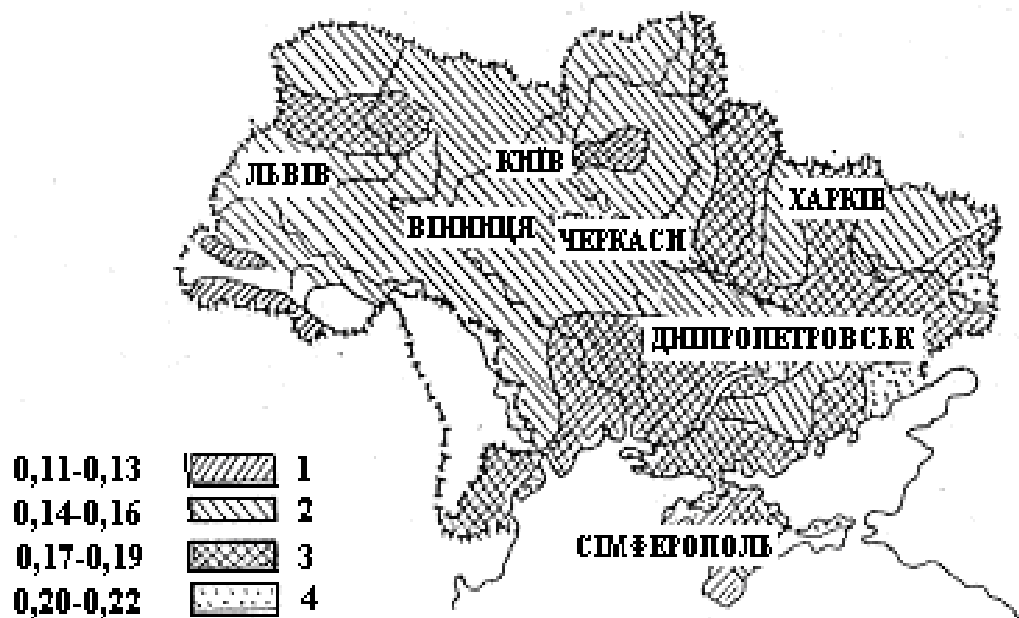


Рис. 4.2. Розподіл коефіцієнту турбулентності (m^2/s) по території України. Липень, 13 год.

Далі, виходячи з того, що різниця в коефіцієнтах турбулентності перших двох зон незначна й територія зони N_1 дуже мала, будемо вважати їх однією зоною. Таким чином, територія України буде складатися з трьох зон (1, 2, 3) по ступеню збільшення турбулентності. Умови розсіювання викидів автотранспорту будуть залежати від зони, у якій розташовано те або інше місто України. Але треба пам'ятати, що ці загальні закономірності в деяких конкретних випадках можуть порушуватися переважним впливом цілого ряду інших факторів.

4.2 Спрощений розрахунок рівнів забруднення приземного шару в районах вулично-дорожньої мережі міста

Пропонується оцінити внесок автотранспорту в забруднення атмосфери міста по основній (по кількості) шкідливій речовині, що є присутньою у відпрацьованих газах - оксиду вуглецю. Раніше в УкрНДГМІ в минулому отримані залежності, які дозволяють оцінити можливий середній рівень забруднення оксидами вуглецю приміагістральних територій в залежності від інтенсивності руху й типу прилеглих до автомагістралей забудов. У більшості випадків, наведених нижче, простих рівнянь досить для оцінки рівня забруднення приміагістральних територій оксидами вуглецю.

Аналізуючи дані багаторічних експериментальних спостережень у ряді міст України встановлено, що залежність q (концентрація СО) від P (інтенсивність транспортного руху в тис.авт./год) щонайкраще описується степеневою функцією, а q від l (відстань від брівки проїжджої частини) - експонентною.

Рівняння має загальний вигляд:

$$q = AP^B e^{-cl}. \quad (4.1)$$

де A – коефіцієнт, який характеризує рівень забруднення на брівці проїжджої частини;

B – коефіцієнт, який характеризує зміну концентрації СО зі зміною інтенсивності руху транспорту;

c - коефіцієнт, який характеризує зменшення концентрації СО з віддаленням від краю брівки.

Коефіцієнти A , B , c наведені в табл. 4.1 для різних зон України.

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти A , B , c для різних типів автомагістралей

Зона України	Типи автомагістралей	Коефіцієнти		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>c</i>
I	L – 4-х полосна закрита	4,5	2,4	0,066
	M – 4-х полосна напіввідкрита	3,4	2,2	0,069
	N – 6-ти полосна закрита	3,2	0,7	0,041
II	L – 4-х полосна закрита	9,4	1,3	0,12
	M – 4-х полосна напіввідкрита	6,5	1,2	0,1
	N – 6-ти полосна закрита	4,3	0,4	0,09
III	L – 4-х полосна закрита	2,5	1,7	0,067

Формула (4.1) може бути використана для нормування транспортних потоків за умови забезпечення норм *ГДК* по оксиду вуглецю. У цьому випадку формула (4.1) приймає вид:

$$P = \left(\frac{qe^{+cl}}{A} \right)^{1/B}, \quad (4.2)$$

де - коефіцієнти *A*, *B*, *c* приймають такими ж згідно табл.4.1;

q - середньодобова *ГДК* для оксиду вуглецю;

P - величина нормованого транспортного потоку (тис.авт./год), при якому забезпечується виконання гранично допустимих концентрацій оксиду вуглецю.

У зоні 1 для окремих автомагістралей, де зміна руху незначна, концентрація оксиду вуглецю на висоті 1,5 м при різних швидкостях вітру може обчислюватися по формулі:

$$q = \exp (Al + Bu + c), \quad (4.3)$$

де *q* - концентрація оксиду вуглецю;

l - відстань від брівки автомагістралей;

u - швидкість вітру, м/с.

Для 4-х полосних автомагістралей: *A* = -0,02; *B* = -0,34; *c* = -0,74.

Для 6-ти полосних автомагістралей подібні коефіцієнти відповідно дорівнюють: -0,06; -0,48; -1,88.

4.3 Складання карти інтенсивності вулично-дорожньої мережі міста

Для того щоб користуватися формулою (4.1), необхідно попередньо визначити інтенсивність транспортного руху на автомагістралях міста. Будь-яка оцінка забруднення приземного шару повітря в районах розміщення житлової забудови, що перебуває поблизу автомагістралей, неможлива без даних про інтенсивність транспортного руху. Тому першим етапом усякого дослідження впливу транспорту на повітряний басейн (комплексного або спрощеного) повинне бути складання карти інтенсивності руху на вулично-дорожній мережі міста.

Дані для побудови такої карти або саму карту можна одержати в ряді міських організацій, таких як ДАІ, СЕС або проектних організаціях. У випадку відсутності дані підрозділи **Мінохорони природи** або **Держкомгідромету** можуть самостійно або разом з іншими зацікавленими організаціями провести обстеження по визначенню інтенсивності транспортного руху на вулично-дорожній мережі міста.

Експериментальні дослідження з визначення інтенсивності руху на вулично-дорожній мережі міста рекомендується виконувати в наступному порядку (хоча можливі й інші способи реалізації цього завдання).

1. Виділити ряд найбільш завантажених автомагістралей різних типів.

Типізація автомагістралей проводиться виходячи з умов розсіювання шкідливих викидів автомобільного транспорту, які визначаються кількістю смуг для руху й характером навколишньої забудови. Найбільш завантажені в місті автомагістралі групуються залежно від кількості смуг для руху автотранспорту (2, 4, 6 й 8) і обрамування забудови. Ширина однієї смуги для руху становить 4 м, тобто 2-х полосна дорога має ширину проїжджої частини 8 м, 4-х полосна - 16 м, 6-ти полосна - 24 м і т.д. Залежно від типу забудови автомагістралі класифікуються таким чином:

- відкрита - будови перебувають на відстані більше 50 м від брівки проїжджої частини дороги;
- напіввідкрита - на одній стороні перебуває будова на відстані менш 50 м від проїжджої частини;
- закрита - будови розташовані із двох сторін на відстані менш 50 м від проїжджої частини.

У період біологічної активності деревинно-чагарникових насаджень уздовж доріг, тобто в період, коли вони покриті листами, як забудову можна вважати саму смугу озеленення. Причому, чим вище дерева уздовж дороги, тим гірше умови розсіювання.

2. Провести безпосередній розрахунок кількості транспортних одиниць протягом 30 хв., які зафіксовані в кожному напрямку руху. Підрахунок проводиться в період з 8 до 9, з 13 до 14 і з 17 до 18 год.
3. Визначити середню інтенсивність автомагістралі по формулі

$$P_{сер} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}, \quad (4.4)$$

де P_1, P_2, P_3 – інтенсивність, що підрахована ранком, удень і ввечері.

4. Провести групування автомагістралей міста залежно від середньої інтенсивності руху (авт./год) на 5 типів з інтенсивністю відповідно: I - до 500 авт./год, II - 500 - 1000 авт./год, III - 1000 - 1500 авт./год, IV - 1500 - 2500 авт./год, V - 2500 і більше авт./год. Для кожного окремого міста діапазони інтенсивності вибираються індивідуально залежно від існуючих транспортних потоків. У групи по інтенсивності можуть входити автомагістралі, які ставляться до різних груп по ступені забудови.
5. Виконати карту-схему вулично-дорожньої мережі міста, де ширина вулиць буде в масштабі відображати величини транспортних потоків.

4.4 Оцінка рівня забруднення автотранспортом атмосферного повітря за формулою Бегма

Розрахунок концентрації CO за формулою Бегма (1984), модифікованою Шаповаловим (1990) виконується так:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_T) K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_{\text{Д}}, \quad (4.5)$$

де $0,5$ – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м^3 ;

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, авт./год;

K_T – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря CO ;

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

K_y – коефіцієнт, що враховує зміни забруднення атмосферного повітря CO в залежності від величини повздовжнього нахилу;

K_c – коефіцієнт, що враховує зміни концентрації CO в залежності від швидкості вітру;

K_B – те ж у залежності від відносної вологості повітря;

K_{II} – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря CO біля перехресть.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначається як середній для потоку автомобілів за формулою:

$$K_T = \sum_{i=1}^n P_i K_{Ti}, \quad (4.6)$$

де P_i – склад автотранспорту в частках одиниці;

K_{Ti} – визначається по табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнту K_{Ti}

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_{Ti}
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7
легковий	1,0

Приклад розрахунку: Припустимо, дослідження проводиться на магістральній вулиці міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, повздовжній ухил якої 2° , швидкість вітру 4 м/с , відносна вологість повітря – 70% . Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках – 500 автомашин за годину (N). Склад автотранспорту в долях одиниці: $0,1$ вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, $0,1$ – з середньою вантажопідйомністю, $0,05$ – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, $0,05$ – автобусів і $0,7$ – легкових автомобілів.

Спочатку визначається коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_T = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1 = 1,41.$$

Значення коефіцієнта K_a , який враховує аерацію місцевості, визначається за табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Значення коефіцієнта K_a

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1,0
Жилі вулиці з одноповерховими будівлями, вулиці та дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці та дороги з односторонніми будівлями, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці з багатоповерховою забудовою $K_a = 1$.

Значення коефіцієнтів K_y , K_c , K_B визначаються по табл. 4.4.

Коефіцієнт збільшення забруднення повітря CO біля перехрестя наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.4 – Значення коефіцієнтів K_y , K_c , K_B .

Повздовжній нахил, °	Коефіцієнт K_y	Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_c	Відносна вологість, %	Коефіцієнт K_B
0	1,00	1	2,70	100	1,45
2	1,06	2	2,00	90	1,30
4	1,07	3	1,50	80	1,15
6	1,18	4	1,20	70	1,00
8	1,55	5	1,05	60	0,85
		6	1,00	50	0,75

Таблиця 4.5 – Значення коефіцієнта K_{II}

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_{II}
Регульоване перехрестя:	
- зі світлофорами звичайне	1,8
- зі світлофорами кероване	2,1
- саморегульоване	2,0
Нерегульоване:	
- зі зниженням швидкості	1,9
- кільцеве	2,2
- з обов'язковою зупинкою	3,0

Підставте значення коефіцієнтів, оцініть рівень забруднення атмосферного повітря CO :

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,00 = 8,96 \text{ (мг/м}^3\text{)}.$$

4.5 Рекомендації по зменшенню забруднення повітряного басейну міст викидами автомобільного транспорту

Для уповільнення темпів росту й поступового зниження забруднення повітряного басейну населених пунктів і міст шкідливими речовинами автомобільного транспорту рекомендується виконувати наступні заходи, розташовані в порядку їхньої пріоритетності:

- збільшити пропускну здатність вулично-дорожньої мережі населених пунктів в 2 - 2,5 рази;
- виділити у великих містах позавуличні магістралі, які здатні прийняти на себе основне навантаження внутріміського пробігу автомобілів;
- забезпечити підвищення середньої швидкості сполучення шляхом зменшення кількості перехресть і світлофорів;
- розвинути систему суспільного транспорту з використанням більш швидкісних, ємних і комфортних видів рухливого складу;
- сформувати сітку автомобільних стоянок і пристроїв автосервісу з активним використанням підземного простору;
- знижувати навантаження рухливого складу шляхом постійного вдосконалення систем суспільного транспорту, розширення вулично-дорожньої мережі.

Здійснення зазначених мір, їхнє планування, встановлення першочерговості проведення в умовах кожного населеного пункту або міста доцільно тільки після проведення всебічного вивчення внеску викидів автомобільного транспорту в забруднення повітряного басейну.

4.6 Завдання для виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з теоретичною частиною роботи.
2. Скласти вибірку з табл. 4.6 інтенсивності руху на 10 точках спостережень у Київському районі м. Одеси.

3. Обчислити концентрацію CO у цих точках, що є наслідком викидів дизельних і бензинових автомобілів, а також сумарну концентрацію на брівці й на різному видаленні від брівки: 5, 10, 15, 20 м (див. п. 4.2, 4.3).
4. Скласти карту-схему забруднення Київського району м. Одеси викидами CO автомобільного транспорту. Провести ізолінії концентрацій оксиду вуглецю (використовуючи рис. 4.3).
5. Розрахувати величину нормального транспортного потоку (тис. авт./год), при якому забезпечується дотримання $ГДК$ оксиду вуглецю.
6. Проаналізувати рівень забруднення атмосфери району на основі розрахунків і карти-схеми. Результати викласти в письмовому виді.
7. Розрахувати концентрацію CO в атмосферному повітрі за формулою Бегма (п. 4.4), використовуючи дані табл. 4.7.
8. Надати рекомендації щодо пріоритетності використання методик розрахунку викидів CO в атмосферне повітря від автотранспорту.

Таблиця 4.6 – Інтенсивність руху автотранспорту (авт./год) у Київському районі м. Одеси

№	Місце розташування точки спостережень	Тип доріг	Вид автотранспорту	Середня інтенсивність автотранспорту					
				21.09.88	4.05.92	12.07.96	24.06.99	5.07.02	23.06.05
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-а ст. Люстдорфської дороги	N	Л	674	946	1245	1540	1648	1676
			ВД	48	101	153	206	221	245
			ВБ	176	243	300	346	354	369
			АД	30	84	150	280	311	330
			АБ	39	72	128	236	258	270
2	вул. Комарова – вул. Терешкової	N	Л	2282	2881	3500	4002	4012	4026
			ВД	43	157	263	347	361	384
			ВБ	114	384	742	980	1002	1019
			АД	46	120	186	263	284	295
			АБ	26	39	100	137	149	168
3	вул. Люстдорфська дорога – вул. Костанді	M	Л	1061	1973	2083	3012	3025	3034
			ВД	53	183	250	294	312	326
			ВБ	98	238	342	401	414	435
			АД	31	165	202	272	294	305
			АБ	83	87	120	180	194	208
4	пр. Ак. Глушка – пр. М. Жукова	M	Л	748	1085	1345	1849	1911	1925
			ВД	40	98	127	163	178	184
			ВБ	139	217	280	310	353	369
			АД	103	184	261	276	285	295
			АБ	35	63	92	124	139	148

Продовження табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	вул. Корольова – вул. Левітана	L	Л ВД ВБ АД АБ	768 37 77 41 32	1064 76 155 83 79	1381 150 203 165 120	1894 203 247 207 164	1913 214 269 215 184	1936 245 278 225 201
6	пр. Ак. Глушка – вул. Ільфа і Петрова	M	Л ВД ВБ АД АБ	1016 62 128 100 66	1535 88 175 202 94	1232 103 204 305 150	1725 163 237 408 189	1814 184 255 441 201	1832 198 268 463 221
7	вул. Довга – вул. Львівська	L	Л ВД ВБ АД АБ	616 23 16 12 11	848 92 54 23 21	879 104 89 47 33	948 137 102 61 45	986 156 114 78 65	1009 186 137 89 84
8	6-та ст. Фонтанської дороги	L	Л ВД ВБ АД АБ	494 15 24 20 15	653 30 62 40 22	709 42 78 63 32	820 51 91 85 43	889 65 101 96 64	904 78 112 106 79

Продовження табл. 4.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	16-та ст. Фонтанської дороги	L	Л ВД ВБ АД АБ	336 10 19 4 13	480 25 34 42 34	821 33 42 56 51	909 47 58 67 59	945 54 69 89 61	966 74 82 98 79
10	15-та ст. Люстдорфської дороги	L	Л ВД ВБ АД АБ	208 22 58 7 16	362 45 79 37 48	382 57 92 51 53	425 69 109 72 76	556 76 123 84 91	564 94 139 102 113

Таблиця 4.7 – Вихідні дані для розрахунку викидів в атмосферне повітря *CO* від автотранспорту
(за формулою Бегма)

Варі- ант	Тип вулиці	Поздовж- ній нахил	Швидкість вітру	Відносна вологість повітря	Тип пере- хрестя	Інтенсивність руху автомобілів			
						III. 2003 р.		V. 2005 р.	
						загаль- на	по видах	загаль- на	по видах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Дорога з бага- топоверховою забудовою з двох сторін	0	1	100	Регульоване зі світлофо- рами, звичайне	200	ЛВ-30 СВ-40 ВД-40 А-40 Л-50	967	ЛВ-674 СВ-48 ВД-176 А-30 Л-39
2	Транспортний тунель	2	2	90	Регульоване зі світлофо- рами, звичайне	250	ЛВ-35 СВ-50 ВД-55 А- 45 Л-65	14461	ЛВ-946 СВ-101 ВД-243 А-84 Л-72
3	Міська вулиця з односторон- ньою забудо- вою	4	3	80	Саморегу- льоване	300	ЛВ-55 СВ-65 ВД-50 А-70 Л-60	1065	ЛВ-748 СВ-40 ВД-139 А-103 Л-35

Продовження табл. 4.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Вулиця з од- ноповерхови- ми будівлями	6	4	70	Нерегульо- ване зі зниженням швидкості	350	ЛВ-55 СВ-75 ВД-70 А-70 Л-80	955	ЛВ-768 СВ-37 ВД-77 А-41 Л-32
5	Транспортна галерея	8	5	60	Нерегульо- ване кіль- цеве	400	ЛВ-65 СВ-90 ВД-80 А-80 Л-85	678	ЛВ-616 СВ-23 ВД-16 А-12 Л-11
6	Дорога з бага- топоверхо- вою забудо- вою з двох боків	0	6	50	Нерегульо- ване з обов'яз- ковою зупинкою	50	ЛВ-10 СВ-5 ВД-15 А-10 Л-10	1038	ЛВ-848 СВ-92 ВД-54 А-23 Л-21
7	Транспортний тунель	2	1	80	Регульоване зі світлофо- рами, зви- чайне	80	ЛВ-15 СВ-15 ВД-25 А-10 Л-15	568	ЛВ-494 СВ-15 ВД-24 А-20 Л-15

Продовження табл. 4.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Міська вулиця з односторонньою забудовою	4	2	70	Регульоване зі світлофорами, звичайне	70	ЛВ-10 СВ-15 ВД-10 А-20 Л-15	807	ЛВ-653 СВ-30 ВД-62 А-40 Л0-22
9	Вулиця з оноповерховими будівлями	6	3	60	Саморегульоване	60	ЛВ-8 СВ-12 ВД-15 А-10 Л-15	615	ЛВ-480 СВ-25 ВД-34 А-42 Л-34
10	Транспортна галерея	8	4	50	Нерегульоване зі зниженням швидкості	50	ЛВ-5 СВ-7 ВД-8 А-15 Л-15	382	ЛВ-336 СВ-10 ВД-19 А-4 Л-13

5 РОЗРАХУНОК ІНТЕГАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ РІК ТА ВОДОЙМ

Якість природних вод, тобто ступень їх придатності для практичного використання, в основному визначається складом і кількістю скинутих забруднювальних речовин, мікроорганізмів і гідро біонтів. Відповідно з цим, оцінка якості води може проводитися по хімічним, фізичним, бактеріологічним і біологічним показникам. В даній роботі розглядається група показників, яка використовується для оцінки якості води і забрудненості рік і водойм.

5.1 Гідрологічні показники середньої забрудненості та загального навантаження річного стоку

Абсолютний показник загального навантаження характеризує середню насиченість потоку нижче місця скиду стічних вод лімітуючими або репрезентативними забруднювальними речовинами або сумішшю речовин. Він може виражатися ляхом прямих характеристик концентрацій речовин (наприклад, сумою іонів) або посередніх (БСК, ХСК, електрична провідність і т.д.).

Загальне навантаження виражається середньою (у потоці) концентрацією S розглядаємої речовини або суми речовин.

Оцінка забрудненості по ГДК. Введемо умовне поняття „стік чистої води” і „стік забрудненої води” або відповідно „чистий стік” і „забруднений стік”. Чистим стоком називають стік води, у якому концентрація лімітуючих речовин не перевищує установлених норм ГДК. При оцінці забрудненості окремими речовинами використовуються безпосередньо значення ГДК, які встановлені для цих речовин. Тому граничною умовою збереження задовільної якості води по одній конкретній речовині буде:

$$S \leq ГДК, \quad (5.1)$$

де S – концентрація окремої речовини.

Оцінка припустимого навантаження потоку декількома речовинами з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості можна здійснювати на основі використання у практиці умови:

$$\sum_{i=1}^m (S_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (5.2)$$

де m – загальна кількість лімітуючи речовин.

Розрізняють такі групи лімітуючих ознак шкідливості (ЛОШ), які підрозділяються відповідно характеру їх впливу на організм людини і внутрішньоводоймні біологічні процеси: загальносанітарна, санітарно-токсикологічна, органолептична, рибогосподарська.

Показник відносної тривалості стоку забрудненої води $\tau_{заб}$ виражається відношенням часу $T_{заб}$, на протязі якого середня концентрація речовин у потоці не задовольняє умовам (5.1) і (5.2), до загальної тривалості розглядає мого терміну часу, наприклад, одного року $T_{рік}$ або багаторічного періоду:

$$\tau_{заб} = T_{заб} / T_{рік}. \quad (5.3)$$

Час $T_{заб}$ визначається по хронологічним графікам $S_n(t)$ (рис. 5.1), на яких викреслюються прямі горизонтальні лінії нормативних значень $ГДК$.

S_n – середня (у потоці) концентрація розглядаємої речовини у створі достатнього перемішування. Для розрахунку S_n використовують декілька формул:

$$S_n = (S_e Q_e + S_{cm} Q_{cm}) / (Q_e + Q_{cm}), \quad (5.4)$$

де Q_e і S_e – відповідно витрата води і концентрація речовини у потоці вище місця скиду стічних вод;

Q_{cm} і S_{cm} – витрата стічних вод і концентрація тієї ж речовини у стічних водах;

або

$$S_{cm} Q_{cm} = (Q_e + Q_{cm}) \cdot S_n, \quad (5.5)$$

де концентрації S_{cm} і S_n є приведеними.

Так, на перетині графіку $S_n(t)$ з прямими лініями нормативних $ГДК$ (рис. 5.1) фіксують моменти часу, які відповідають переходу від забрудненого стоку до чистого і від чистого до забрудненого. Очевидно, що інтервали часу ΔT між вказаними лініями по чергово будуть відноситися до періодів забрудненого $\Delta T_{заб}$ та чистого $\Delta T_{ч}$ стоку. Повний час $T_{заб}$ знаходиться як сума:

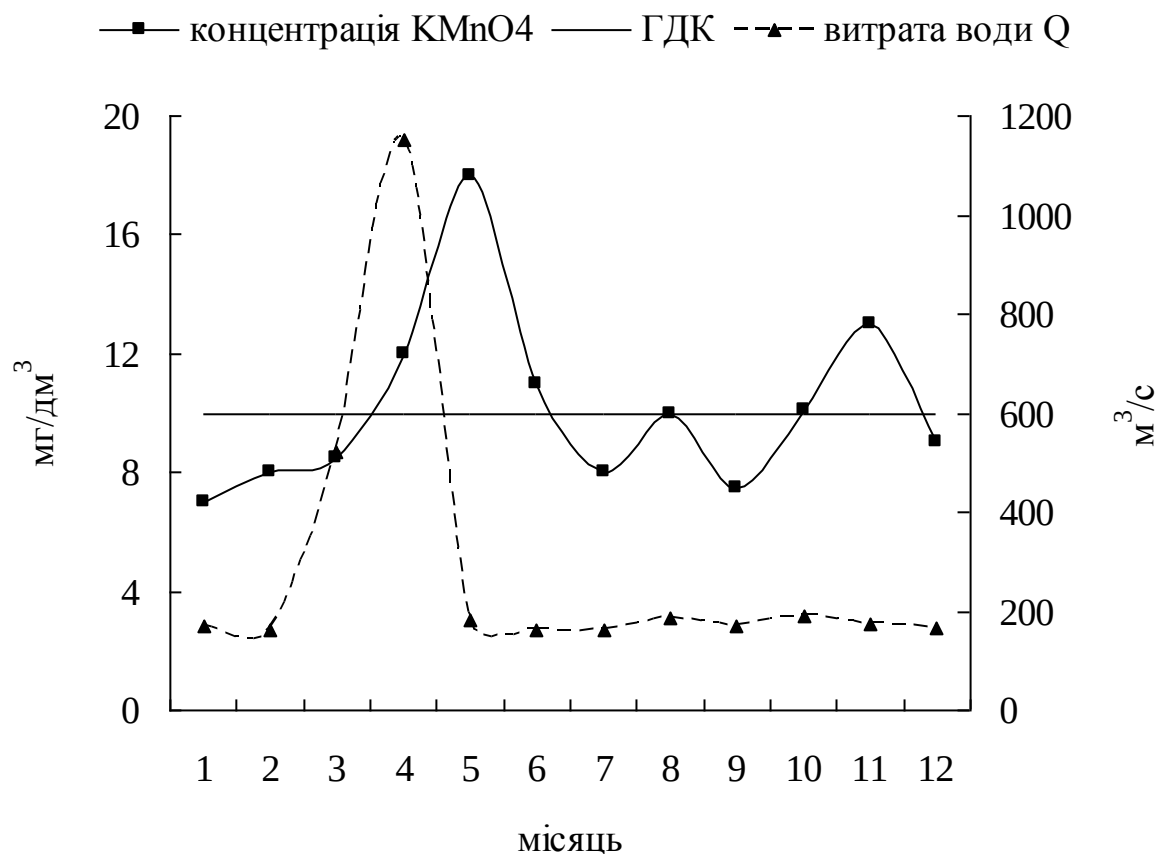


Рис. 5.1. Гідрограф річки і графік змін концентрації перманганатної окислюваності.

$$T_{заб} = \sum_{i=1}^n \Delta T_{i_{заб}} . \quad (5.6)$$

Сума береться по усім n інтервалам $\Delta T_{заб}$ за рік.

Показник відносної тривалості стоку чистої води τ_c характеризує тривалість чистого стоку за рік. Він розраховується згідно з формулою

$$\tau_c = T_c / T_{рік} = (T_{рік} - T_{заб}) / T_{рік} = 1 - \tau_{заб}, \quad (5.7)$$

де T_c – загальна тривалість чистого стоку за рік, розраховується подібно величині $T_{заб}$

$$T_c = \sum_{i=1}^n \Delta T_{i_c} . \quad (5.8)$$

Показники $\tau_{заб}$ і $\tau_ч$ призначені для оцінки умов водокористування у заданому створі річкового потоку. Вони характеризують відносні періоди часу у році. На протязі яких водоспоживач буде отримувати чисту воду або відповідно забруднену, яка потребує очистки.

Показник відносного обсягу забрудненого стоку $a_{заб}$ висловлює відношення стоку забрудненої води $V_{заб}$ через заданий створ за рік до всього стоку річки за рік $V_{річ}$, тобто

$$a_{заб} = V_{заб} / V_{річ}. \quad (5.9)$$

Величина $V_{заб}$ визначається по площі відсіків гідрографу $Q(t)$, обмежених вертикальними лініями, проведеними через точки поділу абсциси $T_{рік}$ на відрізок $\Delta T_{заб}$ і $\Delta T_ч$. Загальний обсяг складається із обсягів стоку $\Delta V_{заб}$ за окремі періоди $\Delta T_{заб}$ тобто

$$V_{заб} = \sum_{i=1}^n \Delta V_{i_{заб}}. \quad (5.10)$$

Показник відносного обсягу чистого стоку $a_ч$ визначається згідно співвідношенню

$$a_ч = V_ч / V_{річ}, \quad (5.11)$$

або

$$a_ч = (V_{річ} - V_{заб}) / V_{річ}, \quad (5.12)$$

де $V_ч$ – обсяг стоку чистої води як і у попередньому випадку

$$V_ч = \sum_{i=1}^n \Delta V_{i_ч}, \quad (5.13)$$

де $\Delta V_{i_ч}$ – обсяг стоку чистої води як і у попередньому випадку.

Якщо попередньо була визначена величина $V_{заб}$, то очевидно

$$V_ч = V_{річ} - V_{заб}. \quad (5.14)$$

Показники $a_{заб}$ і $a_ч$ дозволяють визначити частку забрудненого (або відповідно чистого) стоку річки, який є живильний для водойм. Якщо проектується використання усього водосток у водоспоживання, то показники $a_{заб}$ і $a_ч$ достатньо об'єктивно характеризують його загальний

стан щодо ступеню забрудненості. Очевидно, що більш детальна оцінка якості води виконується шляхом підрахунку річкового стоку різних інгредієнтів, у тому числі і забруднювальних.

5.2 Гідролого-гідродинамічні показники стану забрудненості річкових потоків і водойм

Для оцінки забрудненості водойми або ділянки річкового потоку за рахунок скидів у них стічних вод можуть бути використані відносні розміри зон забруднення і характеристика їх мінливості. Розміри зон забруднення можуть задаватися у лінійних, двовірних і просторових одиницях. Відповідно можуть бути визначені наступні відносні показники забруднення: лінійні $\lambda_{заб}$, двовірні $\eta_{заб}$, об'ємний $\mu_{заб}$.

Перший з цих показників $\lambda_{заб}$ визначається, як відношення найбільшого лінійного протягу $L_{заб}$ зони забруднення до середньої ширини річки $B_{сер}$ розглядаємої ділянки:

$$\lambda_{заб} = L_{заб} / B_{сер}. \quad (5.15)$$

Відстань $L_{заб}$ для річок береться в напрямку течії від випуску стічних вод до створу, де максимальна концентрація розглядаємої речовини дорівнює ГДК.

Показник відносної площі зони забруднення $\eta_{заб}$ (для річок і водойм) розраховується по формулі:

$$\eta_{заб} = \Omega_{заб} / \Omega_{заг}, \quad (5.16)$$

де $\Omega_{заб}$ – площа зони забруднення в межах контрольної ділянки водостоку;
 $\Omega_{заг}$ – загальна площа дзеркала тієї ж ділянки водотоку, тобто площа дзеркала, яка знаходиться між двома фіксованими створами (початковим та кінцевим) або площа дзеркала водойми.

Відносний об'ємний показник забруднення $\mu_{заб}$ відображає відносний об'єм забруднених вод у річці або водоймі. Він визначається згідно співвідношення

$$\mu_{заб} = W_{заб} / W_{заг}, \quad (5.17)$$

де $W_{заб}$ – для водойм повний їх об'єм при конкретному рівні, а для річок – об'єм водних мас на ділянці між створом скиду і початковим контрольним створом;

W_{zag} – об’єм водних мас у зоні забруднення.

Ці показники можуть бути розраховані для деяких середніх умов або для умов, не менш сприятливих у відношенні санітарного стану потоку, наприклад, для мінімальної витрати води або мінімального рівня водойми (при мінімальній його проточності).

5.3 Показник відносної ефективності гідрохімічного процесу самоочищення

При надходженні у річний потік неконсервативних забруднювальних речовин зниження їх концентрації униз по течії річки від місця випуску обумовлено не лише розводженням, але й хімічними процесами перетворення речовин. Вказані перетворення можливо приблизно оцінити за допомогою коефіцієнту неконсервативності речовини K_H , який при розпаді речовини є величиною від’ємною.

Коефіцієнт неконсервативності K_H знаходиться у такому співвідношенні з традиційним коефіцієнтом розпаду (або швидкості перетворення), який враховує розпад хімічних сполук у реакціях першого порядку і який виражається в 1/добу:

$$K_H = -1,16 \cdot 10^{-5} \cdot K, \quad (5.18)$$

де K – коефіцієнт розпаду речовини.

Якщо взяти усю зону забруднення від місця скиду стічних вод до її кінця, тобто до ізолінії $S = ГДК$, то загальне зниження концентрації забруднювальних речовин в ній з урахуванням як гідродинамічних, так і хімічних процесів, визначиться різницею

$$\Delta S = S_{CT} - ГДК. \quad (5.19)$$

Середня концентрація у зоні забруднення може бути визначена згідно з формулою

$$\bar{S} = 0,5(S_{CT} + ГДК). \quad (5.20)$$

Тоді зниження концентрації δS розглядаємої речовини в цій зоні за рахунок хімічних перетворень приблизно можна виразити так:

$$\Delta S = -0,5 K_H (S_{CT} + ГДК) t_{np}, \quad (5.21)$$

де t_{np} – час проходження водними масами зони забруднення.

Приблизно час перебування водних мас у зоні забруднення можна визначити згідно з формулою

$$t_{np} \approx \frac{L_{заб}}{V_{сер.заб}}, \quad (5.22)$$

де $V_{сер.заб}$ – середня швидкість течії у зоні забруднення.

Показник відносної ефективності гідрохімічного процесу самоочищення визначається за формулою:

$$E = \delta S / \Delta S, \quad (5.23)$$

або

$$E = \frac{-0,5K_H (S_{CT} + \Gamma ДК) L_{заб}}{(S_{CT} - \Gamma ДК) V_{сер.заб}}. \quad (5.24)$$

Показник E може бути оцінений лише у тих випадках, коли є дані безпосередніх гідрохімічних вимірювань у зоні забруднення.

5.4 Показники, які ураховують зовнішній водообмін озер і водосховищ

Зовнішній водообмін у водоймах здійснюється по достатньо складній схемі. Для розв'язання задачі зовнішнього водообміну використовується система диференціальних рівнянь у частинних похідних. Однак для практичних цілей часто використовують умовний показник зовнішнього водообміну (УПЗВ).

УПЗВ є часом $T_{умв}$, на протязі якого відбувалась б заміна водних мас у водоймі, якщо б води притоків не змішувалися з водами водойми, а витискали їх до початку річки, яка витікає з водойми. В цьому випадку

$$T_{умв} = W_{оз} / V_в, \quad (5.25)$$

де $W_{оз}$ – об'єм водойми;

$V_в$ – об'єм стоку річки, яка витікає із водойми за заданий інтервал часу.

Часто $T_{умв}$ визначають за рік, тоді $W_{оз}$ – це середній багаторічний об'єм водойми (м^3), а $V_в$ – річний стік ($\text{м}^3/\text{рік}$). У випадку, коли істотно

змінюється водообмін водоймища за рахунок скиду стічних вод, розраховують змінений умовний час зовнішнього водообміну

$$T_{умв.зм} = W_{оз} / (V_{\epsilon} + V_{см}), \quad (5.26)$$

де $V_{см}$ – загальний стік вод, що скидаються за розглядаємий інтервал часу.

У випадку, коли скид стічних вод у проточну водойму призводить до вельми помітного забруднення водойми, і при цьому забруднення починає перевищувати норму, використовують показник відносного часу насичення консервативною забруднювальною речовиною до рівня $ГДК$. Цей показник може бути виражений у вигляді такої залежності:

$$\tau_{ГДК} = t_{ГДК} / T_{умв}, \quad (5.27)$$

де $t_{ГДК}$ – час, необхідний для насичення водоймища консервативною речовиною до рівня $ГДК$ (за середньою концентрацією у водоймі), вимірюється у тих же одиницях, що і $T_{умв}$ (рік, місяць, доба).

Процес поступової зміни концентрації забруднювальної речовини у водоймі, обумовлений скидом стічних вод, може бути описаний за допомогою експоненціального рівняння (5.28). З урахуванням цієї обставини вираження для $t_{ГДК}$ може бути записано так:

$$t_{ГДК} = - T_{умв} \ln (1 - ГДК / S_*), \quad (5.28)$$

де S_* - концентрація консервативної забруднювальної речовини у водоймі, що відповідає стабілізації стану забрудненості водних мас водойми. Повна стабілізація досягається протягом достатньо тривалого часу ($t \rightarrow \infty$) стаціонарного скиду стоків у водойму.

Рівняння (5.28) застосовується лише за умови $S_* > ГДК$. Якщо ж $S_* < ГДК$, то загальне забруднення водойми не відбудеться, і рівняння (5.28) втрачає сенс.

Стабілізація забрудненості відповідає деякому граничному стану забрудненості водних мас, який визначається умовою рівності надходження у водойму і виносу з неї забруднювальної речовини. Враховуючи, що з іншими притоками речовина в водойму не вноситься і складає баланс для консервативної забруднювальної речовини, отримуємо:

$$S_* = S_{СТ} (Q_{СТ} / Q_B), \quad (5.29)$$

де Q_B – середня за тривалий період часу витрата потоку, що витікає з водойми;

$Q_{СТ}, S_{СТ}$ – витрата та концентрація стічних вод.

Якщо визначене за формулою (5.29) значення S^* виявляється менше за $ГДК$, то, очевидно, обчислення показника $\tau_{ГДК}$ не вимагається. Якщо ж в результаті отримуємо $S^* = ГДК$, то час $t_{ГДК}$ і показник $\tau_{ГДК}$ дорівнюють нескінченності. В цьому поодинокому випадку треба користуватися досягненням $0,95 ГДК$, що підставляється замість $ГДК$ у чисельник другого члену рівняння (5.28).

Для обчислення показника $\tau_{ГДК}$ використовується формула:

$$\tau_{ГДК} = -2,31 \lg [1 - ГДК \cdot Q_B / S_{СТ} \cdot Q_{СТ}]. \quad (5.30)$$

Показник $\tau_{ГДК}$ використовується для порівняльної оцінки припустимого періоду скиду стічних вод у проточні водойми в усіх тих випадках, коли лімітуючою характеристикою є середня концентрація консервативної забруднювальної речовини у водоймі або в річці, що витікає з неї. Зрозуміло, що в цій водоймі в місці скиду стічних вод при $S_{СТ} > ГДК$ буде утворюватися зона забруднення з концентраціями, які перевищують $ГДК$.

5.5 Завдання для виконання практичної роботи

1. Визначити інтегральні показники $\tau_{заб}$, $\tau_ч$, $a_{з-аб}$, $a_ч$ для річки, використовуючи дані, надані викладачем.
2. Визначити гідролого-гідродинамічні показники $\lambda_{заб}$, $\eta_{заб}$, $\mu_{заб}$ на основі даних, наданих викладачем.
3. Визначити показник відносної ефективності гідрохімічного процесу самоочищення, використовуючи дані табл. 2.1.
4. Визначити показник, який враховує зовнішній водообмін озер і водойм $T_{умв}$, $\tau_{ГДК}$, використовуючи дані табл. 2.1.

5.6 Контрольні запитання

1. Який стік називають умовно „чистим стоком” і „забрудненим стоком”?
2. Що визначає показник відносної тривалості чистого і забрудненого стоків, відповідно?
3. Які Ви знаєте показники стану забруднення водостоків і водойм?
4. як визначається коефіцієнт неконсервативності K_H ?
5. Які Ви знаєте показники зовнішнього водообміну водойм?

Таблиця 5.1 - Індивідуальні завдання для виконання практичної роботи

№ варі- анту	K , 1/добу	S_{CT} , мг/л	$\Gamma ДК$, мг/л	$L_{заб}$, м	$V_{сер.заб}$, м/с	Q_{CT} , м ³ /с	$W_{оз}$, м ³	V_B , м ³ /рік	Q_B , м ³ /с
1	0,5	320	300	300	1,2	350	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^2$
2	0,3	180	100	300	0,8	200	$1,8 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^2$
3	0,4	150	120	280	1,6	210	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^2$
4	0,2	80	50	410	1,9	100	$4 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^2$
5	0,1	80	40	190	2,0	1	$1,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$
6	0,3	0,01	0,001	320	1,4	1	$5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^2$
7	0,5	300	280	300	1,2	350	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^2$
8	0,3	150	100	300	0,8	200	$1,8 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^2$
9	0,4	180	120	280	1,6	210	$1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^2$
10	0,2	100	50	410	1,9	100	$4 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^2$

6 ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД

6.1 Загальні положення

Світовий океан є безвідмовним приймачем усякого роду відходів. В нього скидається велика кількість шкідливих речовин, пестицидів, добрив, зростає забруднення морського середовища нафтопродуктами, засмічення річкових естуаріїв. Тому для визначення екологічного стану морських екосистем та для нормування антропогенного впливу здійснюється моніторинг вод Світового океану.

Одним з об'єктів Світового океану, що зазнає значного антропогенного навантаження, є Чорне море, а насамперед, північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ). Забруднювачами Чорного моря є практично всі основні групи речовин, серед яких найбільш небезпечні важкі метали (ВМ), радіонукліди, органічні речовини (хлорорганічні сполуки, нафта і нафтопродукти (НП), поверхнево-активні речовини. Їх сукупний вплив на морські екосистеми визначає несприятливу екологічну ситуацію, особливо в ПЗЧМ.

Крім того, в ПЗЧМ надходять річкові води чотирьох великих річок - Дунаю, Дністра, Південного Бугу і Дніпра. У стоках цих річок містяться біогенні речовини, які є причиною евтрофікації водних екосистем, а також токсичні забруднюючі речовини (ЗР), вказані вище. Всі ці речовини акумулюються, насамперед, в пригирлових зонах.

Для оцінки якості річкових вод розроблено "Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" [1], яка дозволяє виконати комплексну оцінку якості вод по трьом групам класифікацій: група класифікацій по критеріям сольового складу, класифікація по трофо-сапробіологічним критеріям та група класифікацій по вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії. Ця методика може використовуватись для оцінки якості річкових вод та вод естуаріїв.

Для оцінки якості морського середовища застосовується метод оцінки по ГДК. Граничною умовою зберігання задовільного стану якості води за окремою речовиною є:

$$S_i \leq ГДК_i, \quad (6.1)$$

де S – концентрація забруднювальної речовини.

Крім того, для оцінки якості морських вод можна використовувати комплексні показники екологічного стану (КПЕС), які запропоновані Тімченко З.В. [2, 3]. Стосовно до вод рибогосподарського призначення

встановлене обмеження для забруднювальних речовин з однаковими ЛОШ у виді:

$$\sum_{i=1}^n (P_i / H_i) \leq 1, \quad (6.2)$$

де P_i , H_i - відповідно концентрація і норма (ГДК) i -ої речовини.

Тому для шкідливих речовин токсикологічної (m), санітарно-токсикологічної ($c-m$), органолептичної (orp), рибогосподарської (p) і загальносанітарної (zag) лімітуючої ознаки шкідливості вираження для $KПЕС$ мають вид:

$$KПЕС_m = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i / H_i)_m ; \quad (6.3)$$

$$KПЕС_{c-m} = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i / H_i)_{c-m} ; \quad (6.4)$$

$$KПЕС_{orp} = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i / H_i)_{orp} ; \quad (6.5)$$

$$KПЕС_p = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i / H_i)_p ; \quad (6.6)$$

$$KПЕС_{zag} = 1 - \sum_{i=1}^n (P_i / H_i)_{zag} . \quad (6.7)$$

Для параметрів загальних вимог (розчинений кисень, рН і ін.) $KПЕС$ визначається по формулі:

$$KПЕС_{зв} = (1/n) \sum_{i=1}^n (ПЕС)_i , \quad (6.8)$$

де $ПЕС_i$ - показник екологічного стану по i -ому параметру загальних вимог.

Якщо норма являє собою гранично припустимі значення параметра, то $ПЕС_i$ обчислюється по формулі:

$$ПЕС = (H - П) / H. \quad (6.9)$$

Якщо ГДК є мінімально припустимим (наприклад, для розчиненого кисню), то замість формули (6.9) отримуємо:

$$ПЕС = (П - Н) / Н. \quad (6.10)$$

Якщо ГДК задана у вигляді інтервалу (наприклад, для рН), то в результаті розрахунків за формулами (6.9) і (6.10) з використанням нижньої та верхньої межі за ПЕС приймається мінімальне значення з розглянутих відношень.

Середнє значення $КПЕС_{сер}$ знаходиться як середнє арифметичне всіх обчислених значень КПЕС:

$$КПЕС_{сер} = \frac{КПЕС_m + КПЕС_{c-m} + КПЕС_{орг} + КПЕС_p + КПЕС_{заг} + КПЕС_{зв}}{6}. \quad (6.11)$$

З вище зазначеного випливає, що чим більше значення КПЕС, тим краще екологічний стан вод. Збільшення кількості вимірюваних параметрів підвищує вірогідність оцінки екологічного стану. За допомогою КПЕС може проводитися також оцінка екологічного стану вод стосовно сукупності яких-небудь вимірюваних параметрів, наприклад, стосовно важких металів.

Оцінка екологічного стану водного об'єкту по параметрах $КПЕС_{сер}$ і $КПЕС_{мін}$ (значення $КПЕС_{мін}$ є мінімальним із всіх отриманих значень КПЕС) проводить так:

- якщо $КПЕС_{сер}$ і $КПЕС_{мін} > 0$, то екологічний стан водного об'єкту оцінюється як стійкий;
- якщо $КПЕС_{сер} > 0$, а $КПЕС_{мін} < 0$, то екологічний стан водного об'єкту оцінюється, як стійкий в середньому з осередками нестійкості (осередками нестійкості можуть бути, наприклад, речовини, концентрація яких близька чи дорівнює ГДК);
- якщо $КПЕС_{сер}$ і $КПЕС_{мін} < 0$, то екологічний стан водного об'єкту оцінюється як нестійкий.

Також, на показниках хімічного складу ґрунтується оцінка індексу забруднення вод (ІЗВ) [4]:

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n (C_i / ГДК_i) / n, \quad (6.12)$$

де $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація хімічного компонента;

C_i – фактична концентрація;

n – кількість інгредієнтів.

Для морських вод кількість показників має бути не меншою від чотирьох і обов'язково включати розчинений кисень. Критерії оцінки якості вод за ІЗВ наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Критерії оцінки якості вод за *ІЗВ*

Клас якості води	Текстовий опис	Величина <i>ІЗВ</i>
I	Дуже чиста	0,25
II	Чиста	> 0,25 – 0,75
III	Помірно забруднена	> 0,75 – 1,25
IV	Забруднена	> 1,25 – 1,75
V	Брудна	> 1,75 – 3
VI	Дуже брудна	> 3 – 5
VII	Надзвичайно брудна	> 5

6.2 Завдання для виконання практичної роботи

1. По одному з варіантів завдання побудувати графіки ходу концентрацій забруднювальних речовин в поверхневому та придонному шарі води. Порівняти значення концентрацій з *ГДК* та виконати аналіз якості води.
2. Для кожного місяця розрахувати *КПЕС* для різних ЛОШ за допомогою формул (6.3) – (6.10) (окремо для поверхневого та придонного шару води).
3. Обчислити $KПЕС_{сер}$ для поверхневого та придонного шару води та оцінити екологічний стан Дніпро-Бузького лиману по параметрах $KПЕС_{сер}$ та $KПЕС_{мін}$.
4. Розрахувати індекс забруднення вод та визначити клас якості води за розглядаємий період.
5. Виконати порівняльний аналіз якості вод на основі розрахунків *КПЕС* та *ІЗВ*.

Таблиця 6.2 - Показники якості вод в Дніпро-Бузькому лимані

Показник		ЛОШ	ГДК	Вар.1 (1992 р.)		Вар.2 (1993 р.)		Вар.3 (1994 р.)		Вар.4 (1996 р.)	
				пов.	дно	пов.	дно	пов.	дно	пов.	дно
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
O ₂ , мг/дм ³	Квітень	заг. вим.	>4,0	11,66	8,74	—	—	—	—	13,0	9,52
	Травень			10,91	8,61	11,5	9,77	—	—	10,88	6,93
	Червень			12,1	6,1	—	—	—	—	—	—
	Липень			14,47	4,18	11,04	6,67	—	—	—	—
	Серпень			9,56	3,76	10,08	4,36	—	—	11,54	6,17
	Вересень			9,78	4,24	10,35	5,45	—	—	10,16	5,31
	Жовтень			11,41	5,94	11,98	8,33	—	—	11,78	2,96
рН	Квітень	заг. вим.	6,5- 8,5	8,78	8,61	—	—	—	—	8,82	8,2
	Травень			8,84	8,21	9,16	9,3	8,95	8,27	8,74	8,31
	Червень			9,03	8,31	—	—	—	—	—	—
	Липень			9,04	8,06	8,88	9,3	8,84	8,18	—	—
	Серпень			8,7	8,26	8,84	9,15	—	—	8,8	7,92
	Вересень			8,32	7,72	8,82	9,15	8,74	8,37	8,66	8,36
	Жовтень			8,78	8,2	8,64	8,85	—	—	8,3	7,72
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	Квітень	токс.	0,08	0,011	0,011	—	—	—	—	0,006	0,006
	Травень			0,006	0,005	0,007	0,007	0,013	0,013	0,008	0,005
	Червень			0,008	0,007	—	—	—	—	—	—
	Липень			0,014	0,015	0,007	0,007	0,006	0,006	—	—
	Серпень			0,008	0,008	0,005	0,007	—	—	0,005	0,006
	Вересень			0,008	0,007	0,007	0,011	0,006	0,007	0,01	0,009
	Жовтень			0,009	0,009	0,005	0,006	—	—	0,005	0,006
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Квітень	сан.- токс.	40,0	0,082	0,083	—	—	—	—	0,031	0,016
	Травень			0,021	0,021	0,037	0,033	0,081	0,12	0,017	0,024
	Червень			0,089	0,084	—	—	—	—	—	—
	Липень			0,024	0,063	0,046	0,032	0,11	0,11	—	—
	Серпень			0,14	0,18	0,024	0,022	—	—	0,012	0,012
	Вересень			0,072	0,073	0,11	0,17	0,028	0,05	0,052	0,038
	Жовтень			0,071	0,084	0,067	0,056	—	—	0,088	0,11
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	Квітень	токс.	0,5	0,005	0,006	—	—	—	—	0,005	0,02
	Травень			0,008	0,1	0	0,005	0	0,044	0,005	0,007
	Червень			0,005	0,054	—	—	—	—	—	—
	Липень			0	0	0,005	0,036	0,009	0,025	—	—
	Серпень			0,017	0,18	0,005	0,16	—	—	0,005	0,066
	Вересень			0,005	0,006	0,085	0,078	0,042	0,058	0,005	0,043
	Жовтень			0,007	0,18	0	0,005	—	—	0	0,08

Продовження табл. 6.2.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
НП, мг/дм ³	Квітень	токс.	0,05	0,67	0,68	—	—	—	—	0,37	0,38
	Травень			0,47	0,48	0,48	0,54	0,42	0,37	0,48	0,3
	Червень			0,77	0,64	—	—	—	—	—	—
	Липень			0,72	0,81	0,48	0,58	0,27	0,46	—	—
	Серпень			0,27	0,24	0,45	0,4	—	—	0,14	0,005
	Вересень			0,38	0,74	0,65	0,59	0,25	0,24	0,31	0,008
	Жовтень			0,55	0,6	0,5	0,5	—	—	0,19	0,005
СПАР, мг/дм ³	Квітень	токс.	0,1	0,042	0,037	—	—	—	—	0,025	0,025
	Травень			0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	Червень			0,025	0,025	—	—	—	—	—	—
	Липень			0,025	0,025	0,030	0,025	0,025	0,025	—	—
	Серпень			0,025	0,025	0,025	0,025	—	—	0,025	0,025
	Вересень			0,036	0,029	0,028	0,025	0,026	0,026	0,025	0,025
	Жовтень			0,03	0,028	0,025	0,025	—	—	0	0

Продовження табл. 6.2.

Показник		ЛОШ	ГДК	Вар.5 (1997 р.)		Вар.6 (1998 р.)		Вар.7 (1999 р.)	
				пов.	дно	пов.	дно	пов.	дно
1		2	3	4	5	6	7	8	9
O ₂ , мг/дм ³	Квітень	заг. вим.	>4,0	—	—	—	—	—	—
	Травень			11,34	14,25	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	11,32	7,01
	Липень			10,48	14,86	—	—	12,01	2,08
	Серпень			8,81	15,04	—	—	8,84	2,67
	Вересень			11,03	5,93	—	—	11,04	5,29
	Жовтень			—	—	—	—	9,32	6,23
pH	Квітень	заг. вим.	6,5-8,5	—	—	—	—	—	—
	Травень			9,1	8,18	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	8,54	8,06
	Липень			9,14	8,09	8,54	8,0	8,76	7,41
	Серпень			9,03	8,16	8,77	7,65	8,6	8,0
	Вересень			8,88	8,16	8,86	8,13	8,68	8,05
	Жовтень			—	—	8,3	8,16	8,55	8,21
NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	Квітень	токс.	0,08	—	—	—	—	—	—
	Травень			0,006	0,006	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	0,007	0,007
	Липень			0,006	0,006	0,013	0,009	0,006	0,006
	Серпень			0,009	0,006	0,007	0,009	0,008	0,01
	Вересень			0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005
	Жовтень			—	—	0,009	0,009	0,008	0,009
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Квітень	сан.- токс.	40,0	—	—	—	—	—	—
	Травень			0,035	0,044	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	0,04	0,036
	Липень			0,034	0,027	0,026	0,018	0,014	0,021
	Серпень			0,034	0,039	0,01	0,01	0,011	0,014
	Вересень			0,03	0,047	0,013	0,015	0,012	0,011
	Жовтень			—	—	0,017	0,02	0,025	0,048
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	Квітень	токс.	0,5	—	—	—	—	—	—
	Травень			0,008	0,037	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	0,022	0,015
	Липень			0,054	0,072	0,031	0,035	0,009	0,02
	Серпень			0,016	0,022	0,036	0,05	0,005	0,027
	Вересень			0,016	0,017	0,015	0,022	0,018	0,018
	Жовтень			—	—	0,034	0,011	0,022	0,034

Продовження табл. 6.2.

1		2	3	4	5	6	7	8	9
НП, мг/дм ³	Квітень	токс.	0,05	—	—	—	—	—	—
	Травень			0,11	0,15	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	0,3	0,24
	Липень			0,19	0,2	0,4	0,39	0,36	0,37
	Серпень			0,33	0,45	0,54	0,33	0,18	0,2
	Вересень			0,22	0,22	0,15	0,3	0,74	0,84
	Жовтень			—	—	0,71	0,84	0,38	0,18
СПАР, мг/дм ³	Квітень	токс.	0,1	—	—	—	—	—	—
	Травень			0,032	0,029	—	—	—	—
	Червень			—	—	—	—	0,025	0,025
	Липень			0,027	0,025	0	0,025	0,025	0,025
	Серпень			0,025	0,025	0	0	0,03	0,025
	Вересень			0,025	0	0,025	0,025	0,027	0,025
	Жовтень			—	—	0,025	0	0,027	0,027

7 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД І ҐРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ)

7.1 Загальні положення

Забруднення підземних вод (ПВ) є наслідком забруднення навколишнього середовища в цілому - ґрунтів (родючі ґрунти й підґрунтя), поверхневих вод, атмосфери.

Залежно від особливостей гідрогеологічних умов району й характеру антропогенного впливу система спостережень моніторингу ПВ може бути побудована по одній свердловині або системі свердловин (фонові мережа), створам або пакету свердловин (фонові, регіональні, спеціалізована мережа), системі створів або площинній системі свердловин (спеціалізована мережа, дослідно-виробничі полігони). Спостережними водопунктами можуть бути не тільки свердловини, але й джерела, колодязі, шахти, водозабори ПВ.

Вивчення забруднення ПВ повинне бути пов'язане із забрудненням ґрунтів, атмосферних опадів і поверхневих вод. Відбір проб опадів (дощ, сніг) доцільно прив'язати до точок відбору ґрунтів, а також до окремих спостережних свердловин на горизонті ґрунтових вод (комплекс даних). Відбір проб у таких комплексних точках повинен проводитися як до випадання атмосферних опадів (танення снігу), так і після їхнього випадання. Відбір поверхневих вод - як вище, так і нижче скиду стічних вод у річку, а також на ділянках, де можливе розвантаження забруднених ПВ у річку. Відбір ґрунтів (на ділянках сховищ промислових відходів, на промайдані й за його межами на відстані до 2 - 3 км) проводять рівномірно, але з деяким згущенням по переважному напрямку вітрів із глибини 10 - 15 см і із глибини 0,5 - 1,0 м два рази в рік: у період найбільшого випадання опадів й у період їхньої відсутності.

Область забруднення ПВ у порівнянні з областю забруднення ґрунтового шару більше мобільна; вона поширюється в часі під впливом природного руху ПВ і роботи водозабірників, але разом із цим можна відзначити певний збіг конфігурації областей забруднення ґрунтового шару й алювіального водоносного шару. Це дозволяє передбачити, що забруднення ґрунтового шару є одним з індикаторів забруднення ґрунтових вод, у які, насамперед, надходять забруднювальні речовини, які вимиваються атмосферними опадами із ґрунтового шару. По забрудненню ґрунтового шару можна судити про ступінь забруднення ґрунтових вод. Забруднення ґрунтового шару в певному ступеню може бути показником при вивченні області забруднення ґрунтових вод.

Вивчення впливу інфільтрації промислових стоків на гідрохімічний режим ПВ проведене в одному із промислових районів, що розташований у долині річки. Тут розвинені тріщинні ПВ верхньокрейдові, які використовуються для питного водопостачання найближчих міст і сел. На ділянках плавневих терас перебуває два водозабори, які експлуатують верхньокрейдовий горизонт (рис. 7.1). Перший з них (А) розташований на правому березі річки, другий (В) - на лівому. Накопичувачі промислових стоків, які перебувають на правобережній заплаві, віддалені від водозабору А на 3 - 3,5 км. Відстань від озера, у яке скидаються стічні води, на лівобережній заплаві до водозабору В близько 1,3 км.

У межах заплав розвинені (зверху вниз) четвертинні алювіальні піщано-глинисті відкладення й мергельно-крейдовий шар верхньої крейди, нижче залягають породи карбону. ПВ алювіальних відкладень і ПВ тріщинуватої зони верхньої крейди гідравлічно зв'язані й утворюють комплекс водоносних горизонтів. Алювіальний і верхньокрейдовий горизонти розділяються ненадійним (відносним) водоупором потужністю 5 - 7 м.

У природних умовах підземний потік в алювіальних відкладеннях і мергельно-крейдовому шарі рухається від вододілу до ріки й частково розвантажується через алювій у заплавах.

В результаті інтенсивного водоспоживання динамічні рівні верхньокрейдового горизонту виявилися нижче рівня ПВ алювіальних відкладень. Це привело до того, що води алювіальних відкладень стали джерелами живлення верхньокрейдового водоносного горизонту. Таким чином, існують гідродинамічні умови для перетікання зверху вниз і надходження забруднювальних речовин з алювіального водоносного горизонту у верхньокрейдовий.

Накопичувачі промислових стоків перебувають у сфері впливу депресійних воронок водозаборів. Промстоки відрізняються високим вмістом сухого залишку, сульфатів, хлоридів, натрію, сірководню, сірковуглецю, поверхнево-активних речовин, органічних сполук і важких металів.

Інфільтрація стоків з накопичувачів і скидних ставків, аварійні скиди в межах промислових майданчиків - основне джерело забруднення навколишнього середовища. Вторинними джерелами забруднення ПВ є забруднені ґрунти, газодимові викиди підприємств.

У досліджуваному районі була утворена спостережна мережа. Із цією метою було пробурено 37 свердловин, з них 37 на верхньокрейдовий й 16 на алювіальний водоносні горизонти. Свердловини розташовані по профілях, орієнтованих у напрямку від складів промстоків до водозаборів. Проводяться комплексні спостереження за забрудненням навколишнього середовища, які охоплюють вивчення забруднення ґрунтів, поверхневих

вод й атмосферних опадів (по 33 пунктам), а також стаціонарні спостереження за режимом скидання й хімічним складом промстоків.

В результаті спостережень на свердловинах визначене забруднення ПВ. Отримані дані забруднення ПВ алювіального й верхньокрейдового водоносного горизонтів представлені в табл. 7.1, 7.2.

Забруднювальний вплив поверхневих сховищ відходів відображається не тільки на ПВ, але й на ґрунтовому шарі. Був проведений аналіз водних витяжок із ґрунтів. Поблизу сховищ промстоків водні витяжки являють собою високомінералізовані розчини сульфатно-натрієвого типу. Крім того, був проведений аналіз рухливих форм Cu , Ni , Zn , Co . Значення $ГДК$ для важких металів з урахуванням фону (регіонального кларку) дорівнюють: $Cu - 3,0$, $Ni - 4,0$, $Zn - 23,0$ і $Co - 5,0$ мг/кг ґрунту. Дані про вміст окремих компонентів водних витяжок (мг/100 г) і рухливих форм важких металів надані в табл. 7.3.

У результаті акумуляції мінеральних речовин з відходів промислових підприємств, які скидалися протягом десяти років, ґрунти перетворилися у вторинні джерела забруднення ПВ, особливо ПВ алювіального горизонту.

Контрольні запитання

1. Які існують причини забруднення підземних вод?
2. Які фактори враховують при формуванні системи спостережень за станом ґрунтів та підземних вод?
3. Дати характеристику основних джерел забруднення на промисловому майданчику.
4. Охарактеризувати ступінь захищеності підземних вод алювіального і верхньокрейдового водоносних горизонтів від інфільтрації стічних вод.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1.

1. Вивчити теоретичну частину практичної роботи.
2. Кожен студент повинен отримати індивідуальний варіант завдання у викладача.
3. Підготувати топографічну схему досліджуваного промислового району (рис.7.1).
4. Згідно табл. 7.1 й 7.2 на топографічну схему нанести дані одного з показників забруднення ПВ (сухий залишок, сульфати або хлориди) будь-якого водоносного горизонту.

5. Провести ізолінії концентрації обраного інгредієнта в частинах ГДК і виділити області зі значеннями 1 ГДК, 3 ГДК й 5 ГДК.
6. Підготувати порівняльний аналіз (висновок) про ступінь забруднення ПВ алювіального або верхньокрейдового водоносних горизонтів. У висновку необхідно освітити:
 - порівняти інтенсивність забруднення ПВ алювіального й верхньокрейдового водоносних горизонтів;
 - оцінити ступінь захищеності ПВ алювіального й верхньокрейдового водоносних горизонтів від інфільтрації стічних вод;
 - оцінити площу області забруднення ПВ алювіального й верхньокрейдового водоносних горизонтів по контурі 1 ГДК, 3 ГДК, 5 ГДК;

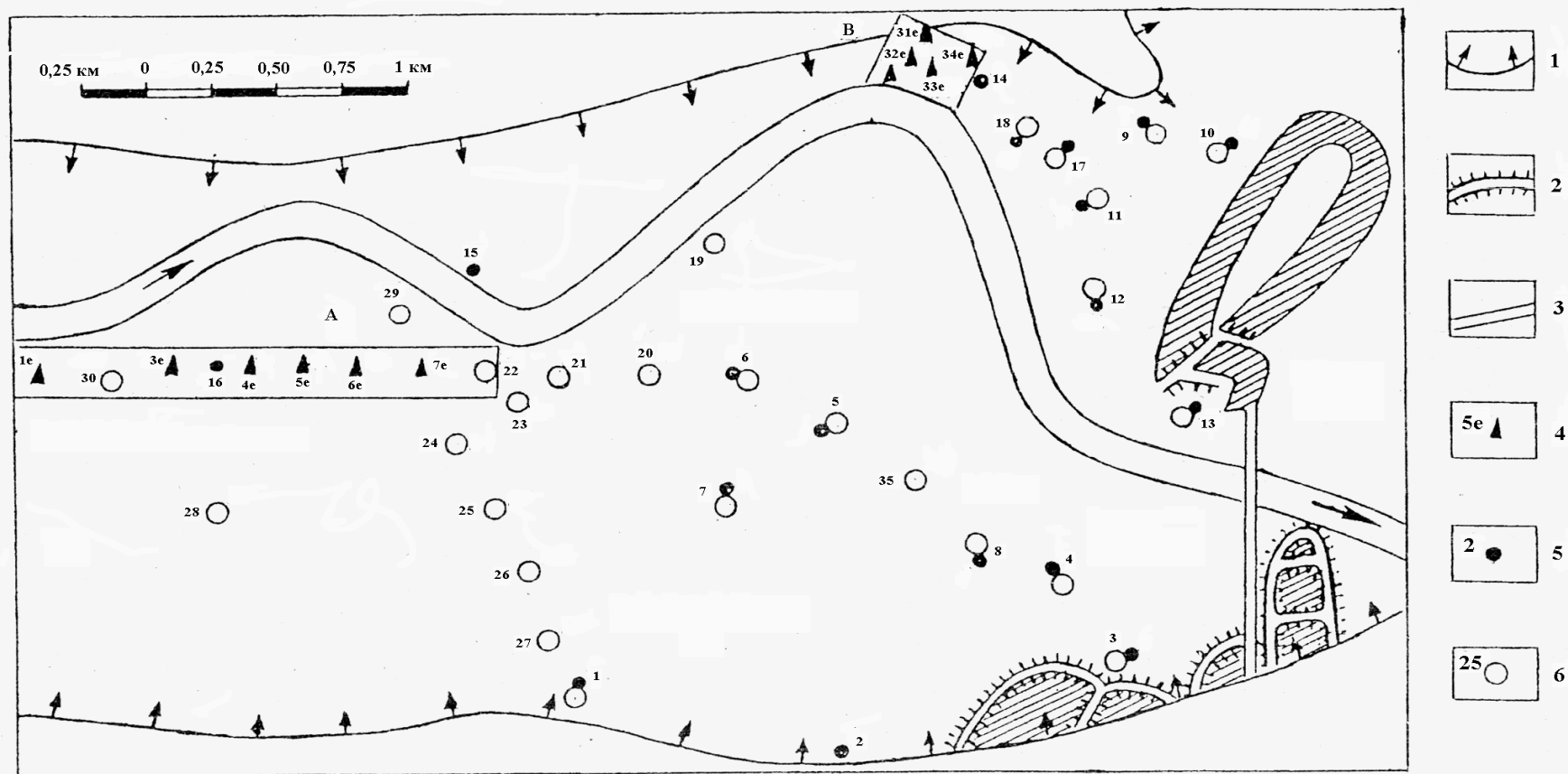


Рисунок 7.1 - Схема розташування спостережної мережі за підземними водами

1 – межа розповсюдження алювіального водоносного горизонту; 2 – відстійники і шламонакопичувачі простоків; 3 – канал скиду простоків; 4 – експлуатаційні свердловини водозаборів; 5 – спостережні свердловини до алювіального водоносного горизонту; 6 – спостережні свердловини до верхньокрейдового водоносного горизонту.

Таблиця 7.1 – Показники забруднення водоносного горизонту алювіальних відкладень (ГДК : сухий залишок – 1000 мг/дм³, сульфати – 500 мг/дм³, хлориди – 350 мг/дм³).

Свердловини	Сухий залишок	Сульфати	Хлориди
1	3500	1500	420
2	5600	1300	630
3	4700	1050	560
4	3800	800	455
5	3100	600	350
6	2400	550	280
7	4300	1350	490
8	4000	1250	455
9	4700	1150	595
10	5500	1550	700
11	6500	1750	875
12	7600	2200	1085
13	7000	1900	945
14	1400	350	175
15	900	200	105
16	1000	250	140
17	5500	1240	530
18	4800	930	480

- оцінити вплив на забруднення підземних вод верхньокрейдового водоносного горизонту, наявність водозаборів і слабкість відносного водоупору між алювіальним і верхньокрейдовим водоносним горизонтами.

Завдання 2.

1. Підготувати топографічну схему досліджуваного промислового району (рис. 7.2).
2. Згідно табл. 7.3 на топографічну схему нанести дані одного з показників забруднення ґрунтів у результаті вивчення водних витяжок (сухий залишок, сульфати або хлориди).
3. Провести ізолінії концентрації обраного інгредієнта у водних витяжках (100, 500, 1000 мг/100 г) і виділити області максимального забруднення ґрунтів.
4. У результаті вивчення вмісту рухливих форм важких металів (Cu, Ni, Zn або Co) виділити області зі значеннями 1 ГДК, 2 ГДК, 3 ГДК й 5 ГДК.
7. Підготувати висновок про ступінь забруднення ґрунтів. У висновку необхідно освітити:

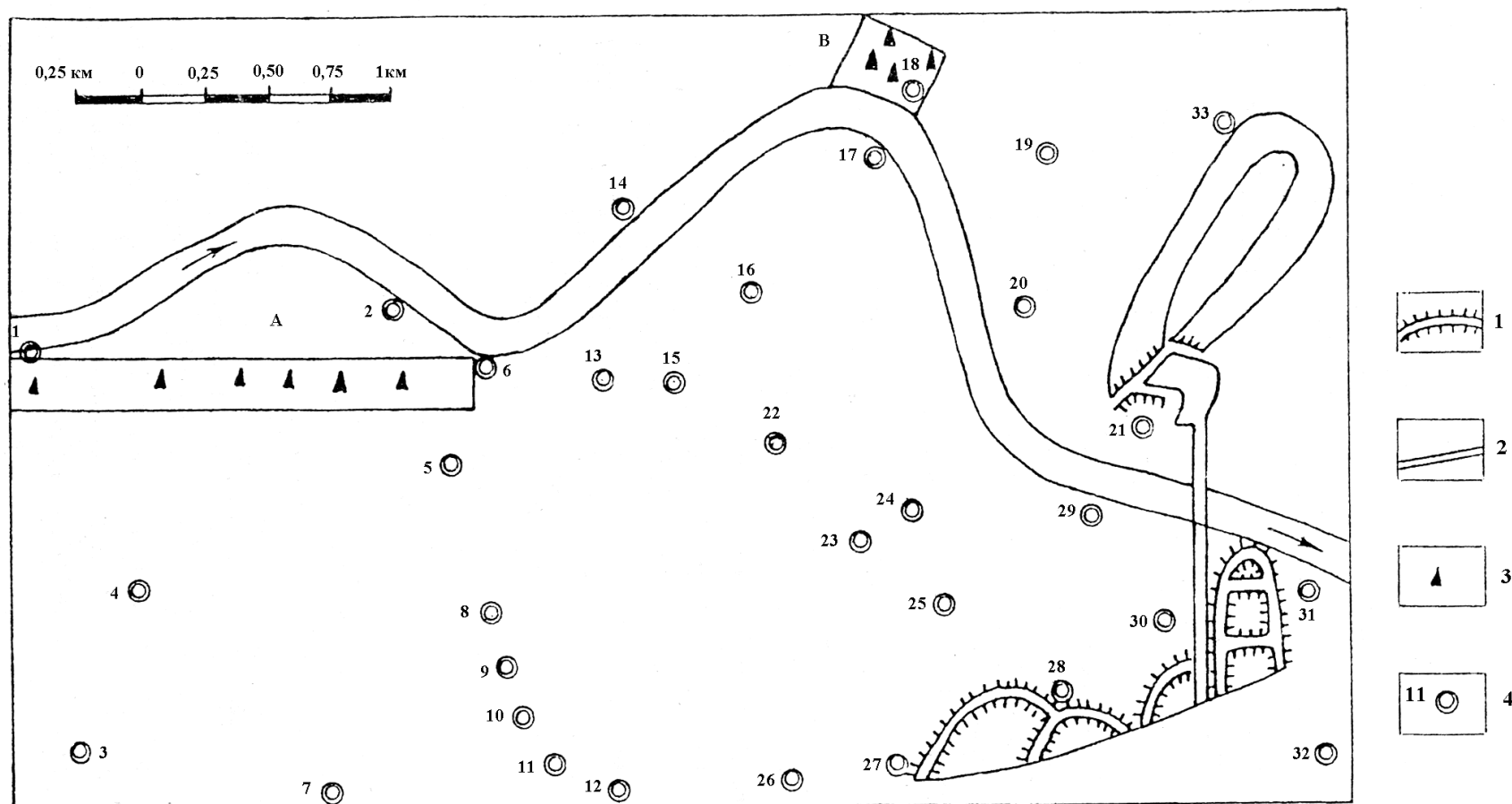


Рисунок 7.2 - Схема розташування пунктів відбору проб ґрунтів

1 – відстійники і шламонакопичувачі промстоків; 2 – канал скиду промстоків; 3 – експлуатаційні свердловини водозаборів; 4 – пункти відбору проб ґрунтів

Таблиця 7.2 - Показники забруднення верхньокрейдового горизонту
(ГДК : сухий залишок – 1000 мг/дм³, сульфати – 500 мг/дм³, хлориди – 350 мг/дм³).

Свердловини	Сухий залишок	Сульфати	Хлориди
1е	900	400	210
3е	1200	550	420
4е	1100	400	385
5е	1000	450	350
6е	1100	350	350
7е	1200	400	385
1	2800	750	875
3	2300	700	665
4	3100	900	1015
5	1300	500	420
6	1000	350	350
7	2700	1100	910
8	3200	1050	1015
9	700	250	280
10	800	300	315
11	1100	400	350
12	1700	700	630
13	2300	1000	840
17	400	150	175
18	800	350	315
19	600	175	210
20	700	300	210
21	1800	600	665
22	1400	650	525
23	1100	500	385
24	1100	500	385
25	1300	450	420
26	2600	1050	875
27	1300	500	490
28	800	350	280
29	1100	500	420
30	1100	500	385
31е	1300	450	490
32е	1400	600	455
33е	1300	550	490
34е	1000	450	385
35	1250	550	430

Таблиця 7.3 – Показники забруднення ґрунтів в результаті вивчення водних витяжок (мг/100 г) і ґрунтів (мг/кг)

Пункт відбору проби	Водна витяжка			Ґрунт			
	Сухий залишок	SO_4^{2-}	Cl^-	Cu	Ni	Zn	Co
1	91	45	32	1,1	1,4	11,0	1,8
2	130	43	38	1,2	1,5	12,1	1,9
3	109	29	38	1,0	1,3	10,7	1,4
4	120	57	39	1,2	1,5	9,9	2,5
5	85	47	36	0,9	1,9	8,7	2,0
6	80	39	32	0,8	1,8	4,9	2,8
7	82	33	29	0,5	1,5	5,2	1,9
8	106	48	30	0,9	1,9	4,9	2,3
9	721	220	151	3,1	3,5	23,0	4,8
10	300	138	105	2,2	2,8	17,7	3,8
11	870	344	211	3,2	3,9	23,2	5,0
12	698	255	174	3,0	3,7	22,7	4,7
13	110	52	34	1,3	2,3	17,4	3,2
14	129	55	34	1,4	2,2	16,6	3,3
15	140	60	35	1,4	2,5	15,8	2,9
16	160	62	35	1,5	1,9	16,6	2,2
17	98	44	29	0,3	0,6	11,3	1,6
18	112	53	31	0,6	0,7	15,9	1,3
19	548	239	198	2,9	3,4	21,7	4,5
20	620	249	164	3,2	4,1	22,9	4,6
21	1111	455	388	5,5	6,7	25,8	8,7
22	848	366	279	3,7	4,8	24,6	5,8
23	1010	502	332	5,4	6,9	26,0	7,9
24	1200	521	405	6,1	7,2	26,7	7,2
25	960	444	398	4,9	5,9	23,9	6,7
26	1244	543	402	6,4	7,3	25,1	8,4
27	2610	974	769	4,8	5,9	33,3	7,9
28	792	341	312	3,3	4,3	23,3	5,3
29	644	303	299	3,1	4,4	23,0	5,1
30	2110	789	678	6,7	7,8	32,8	8,6
31	622	311	286	3,6	4,7	22,5	5,5
32	459	211	195	2,8	3,9	19,6	4,9
33	2982	999	984	7,7	8,4	40,1	9,7

- порівняти інтенсивність забруднення ґрунтів і ПВ алювіального й верхньокрейдового водоносних горизонтів;
- оцінити площу області забруднення ґрунтів по контурі 100, 500, 1000 мг/100 г;
- оцінити площу ділянок, де концентрація одного з важких металів більше 1 ГДК.

ДОДАТКИ

Додаток А

Приклад кодування ТЗА-1 в січні 2002 р. (м. Одеса, КВП № 8)

##1102 010004 464308 070634 081108
08022 01ШШШШ 02037 05004 :: -0800 30021 67022
08024 07ШШШШ 01001 04002 07030 11000 :: -0900 25021 67021
08022 13ШШШШ 02028 05005 :: -0310 22041 49024
08026 19ШШШШ 01002 02018 04002 05003 07040 11001 :: -0360 23030 56026
08032 01ШШШШ 02025 05002 :: -0520 28010 66027
08034 07ШШШШ 01001 04001 07060 11001 :: -0400 36037 92042
08032 13ШШШШ 02042 05005 :: -0200 08100 77041
08036 19ШШШШ 01002 02027 04002 05004 07070 11001 :: -0350 05120 76036
08042 01ШШШШ 02032 05005 :: -0570 02070 87035
08044 07ШШШШ 01001 04001 07050 11001 :: -0720 01060 85031
08042 13ШШШШ 02050 05003 :: -0720 36040 77027
08046 19ШШШШ 01002 02041 04002 05007 07040 11001 :: -0900 35040 79025
08052 01ШШШШ 02032 05004 :: -1230 32041 75018
08054 07ШШШШ 01002 04002 07030 11002 :: -1270 31040 80018
08052 13ШШШШ 02041 05008 :: -0960 32030 72021
08056 19ШШШШ 01002 02051 04002 05007 07050 11001 :: -0820 33037 75025
08082 01ШШШШ 02037 05003 :: -0580 36050 82032
08084 07ШШШШ 01001 04001 07040 11001 :: -0980 29020 68020
08082 13ШШШШ 02034 05007 :: -0850 34030 62020
08086 19ШШШШ 01002 02049 04002 05005 07060 11001 :: -0710 03050 53019
08092 01ШШШШ 02044 05003 :: -1020 03051 60017
08094 07ШШШШ 01002 04001 07050 11001 :: -1360 35021 65014
08092 13ШШШШ 02051 05005 :: -0840 22030 37012
08096 19ШШШШ 01004 02039 04002 05006 07040 11001 :: -0520 25047 75031
08102 01ШШШШ 02029 05004 :: -0080 27037 95055
08104 07ШШШШ 01003 04001 07030 11002 :: -0130 33047 94063
08102 13ШШШШ 02036 05006 :: -0180 31030 89062
08106 19ШШШШ 01004 02045 04002 05007 07050 11002 :: -0130 28010 79053
08112 01ШШШШ 02035 05005 :: -0200 27031 91048
08114 07ШШШШ 01004 04002 07040 11001 :: -0200 30020 90047
08112 13ШШШШ 02042 05006 :: -0160 27040 86047
08116 19ШШШШ 01002 02050 04002 05008 07060 11001 :: -0140 30023 92051
08122 01ШШШШ 02039 05004 :: -0140 36023 90050
08124 07ШШШШ 01001 04002 07040 11001 :: -0210 35033 89047
08122 13ШШШШ 02046 05006 :: -0290 35023 97048
08126 19ШШШШ 01002 02054 04002 05007 07070 11002 :: -0300 34023 90044
08142 01ШШШШ 02043 05005 :: -0380 33023 92042
08144 07ШШШШ 01002 04001 07050 11001 :: -0410 02027 94042
08142 13ШШШШ 02048 05006 :: -0380 34027 94043

Продовження додатку А

08146 19ШШШШ 01001 02057 04002 05009 07040 11001 :: -0360 36027 92043
08152 01ШШШШ 02034 05005 :: -0440 36023 93041
08154 07ШШШШ 01001 04002 07030 11001 :: -0560 01023 92037
08152 13ШШШШ 02038 05007 :: -0510 27017 95040
08156 19ШШШШ 01003 02045 04003 05009 07060 11001 :: -0500 25013 95040
08162 01ШШШШ 02033 05007 :: -0510 30013 95040
08164 07ШШШШ 01002 04002 07050 11001 :: -0550 32013 97040
08162 13ШШШШ 02049 05009 :: -0420 06029 ЭЭ045
08166 19ШШШШ 01001 02054 04003 05010 07070 11001 :: -0360 00009 97045
08172 01ШШШШ 02040 05006 :: -0280 00003 97048
08174 07ШШШШ 01002 04002 07060 11002 :: -0210 12023 94049
08172 13ШШШШ 02058 05007 :: -0120 13033 97054
08176 19ШШШШ 01002 02061 04004 05009 07050 11001 :: +0120 18033 94063
08182 01ШШШШ 02047 05007 :: +0190 22023 91064
08184 07ШШШШ 01001 04002 07000 11001 :: +0080 30028 ЭЭ065
08182 13ШШШШ 02054 05008 :: -0060 35018 ЭЭ058
08186 19ШШШШ 01002 02042 04002 05009 07060 11001 :: -0040 33019 96057
08192 01ШШШШ 02039 05006 :: -0160 02029 94051
08194 07ШШШШ 01001 04002 07050 11001 :: -0280 02023 97048
08192 13ШШШШ 02044 05007 :: -0200 12029 ЭЭ053
08196 19ШШШШ 01001 02051 04002 05009 07050 11002 :: -0100 17028 ЭЭ057
08212 01ШШШШ 02049 05008 :: +0020 26027 96059
08214 07ШШШШ 01000 04001 07070 11001 :: +0100 30023 94062
08212 13ШШШШ 02052 05009 :: +0240 22033 75055
08216 19ШШШШ 01001 02059 04002 05011 07060 11001 :: +0240 22033 75055
08222 01ШШШШ 02045 05007 :: +0140 27033 91061
08224 07ШШШШ 01000 04001 07040 11001 :: +0220 20033 91065
08222 13ШШШШ 02051 05000 :: +0420 33020 83069
08226 19ШШШШ 01001 02054 04002 05011 07050 11001 :: +0350 24023 88069
08232 01ШШШШ 02041 05007 :: +0340 22023 88069
08234 07ШШШШ 01001 04002 07060 11001 :: +0080 24023 92060
08232 13ШШШШ 02048 05009 :: +0550 18020 80072
08236 19ШШШШ 01001 02052 04002 05010 07070 11001 :: +0610 25020 82077
08242 01ШШШШ 02037 05007 :: +0230 32010 91066
08244 07ШШШШ 01001 04002 07040 11001 :: +0180 20021 93064
08242 13ШШШШ 02044 05009 :: +0240 20031 95069
08246 19ШШШШ 01002 02053 04002 05010 07050 11001 :: +0170 20028 96066
08252 01ШШШШ 02043 05009 :: +0120 21028 98065
08254 07ШШШШ 01001 04001 07030 11001 :: +0200 24018 ЭЭ073
08252 13ШШШШ 02049 05007 :: +0570 23033 80073
08256 19ШШШШ 01001 02055 04003 05005 07060 11001 :: +0810 26030 71077
08262 01ШШШШ 02044 05007 :: +0540 29033 75067
08264 07ШШШШ 01002 04002 07030 11001 :: +0160 26023 85058
08262 13ШШШШ 02052 05008 :: +0590 22020 51047

Продовження додатку А

08266 19ШШШШ 01002 02055 04002 05006 07050 11001 :: +0470 20040 45039
08282 01ШШШШ 02059 05011 :: +0550 23050 75068
08284 07ШШШШ 01001 04002 07060 11000 :: +0500 27030 81071
08282 13ШШШШ 02063 05009 :: +0890 31051 61070
08286 19ШШШШ 01001 02054 04003 05008 07040 11001 :: +0740 32050 63065
08292 01ШШШШ 02051 05007 :: +0300 26031 83063
08294 07ШШШШ 01002 04002 07030 11001 :: +0410 24030 79064
08292 13ШШШШ 02046 05005 :: +0980 30030 60072
08296 19ШШШШ 01001 02053 04003 05007 07050 11001 :: +1140 27030 50068
08302 01ШШШШ 02037 05009 :: +0720 26030 66067
08304 07ШШШШ 01001 04002 07040 11001 :: +0510 26030 63055
08302 13ШШШШ 02049 05010 :: +1100 27040 43056
08306 19ШШШШ 01001 02052 04003 05008 07060 11001 :: +1060 28030 53068
08312 01ШШШШ 02033 05005 :: +0820 30041 57062
08314 07ШШШШ 01002 04002 07020 11001 :: +0560 29031 69063
08312 13ШШШШ 02042 05007 :: +0590 17010 76070

8 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ГОСПОДАРСЬКО–ПИТНОГО І РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

8.1 Основні положення оцінки і норми якості вод

Метою цієї роботи є ознайомлення студентів з основними методами оцінки якості природних вод, які використовуються у господарсько–питних, комунально–побутових та рибогосподарських цілях.

Метод оцінки якості вод, що розглядається, використовується при:

- контролі складу і властивостей води вотодротоків та водоймищ;
- нормуванні якості води у водному об'єкті;
- нормуванні скидів забруднювальних речовин;
- регламентації різних видів господарської діяльності, які впливають на стан вод;
- нормуванні, розробці та здійсненні водоохоронних заходів, які забезпечують досягнення установлених норм скиду забруднювальних речовин у водні об'єкти;
- розробці та реалізації заходів щодо ліквідації наслідків аварійних скидів забруднювальних речовин;
- експертизі проектів на будівництво підприємств, які можуть вплинути на стан води;
- математичному моделюванні складу та властивостей водного середовища під впливом природних та антропогенних факторів.

Метод оцінки якості води для господарсько–питних, комунально–побутових та рибогосподарських цілей ґрунтується на порівнянні показників складу і властивостей водного середовища розглядуваного водного об'єкта з відповідними нормативами.

До **господарсько–питного** належить використання водних об'єктів як джерел централізованого господарсько–питного водозабезпечення, а також для водозабезпечення підприємств харчової промисловості.

До **комунально–побутового** належить використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

До **рибогосподарського** належить використання водних об'єктів для проживання, розмноження та міграції риб і інших організмів.

Рибогосподарські водні об'єкти можуть бути трьох категорій:

- **до вищої категорії** належать місця розташування нерестовищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів, а також водні об'єкти для штучного розведення риб і інших водних організмів;

- до **першої категорії** належать водні об'єкти, що використовуються для збереження та відтворення цінних видів риб, які мають високу чутливість до вмісту кисню;
- до **другої категорії** належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Норми якості води водних об'єктів включають:

- загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування (табл. 8.1);
- перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб (гігієнічні ГДК деяких речовин наведені у табл. 8.2);
- перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях (рибогосподарські ГДК деяких речовин наведені у табл. 8.3).

У переліках ГДК зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості та нормативне числове значення ГДК (норматив), у санітарних нормах вказується ще клас небезпеки речовини.

У переліку гігієнічних ГДК речовини поділені на три групи за лімітуючими ознаками шкідливості (ЛОШ): перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – з загально-санітарною ЛОШ.

У переліку рибогосподарських ГДК речовини поділені на п'ять груп за ЛОШ: у три перші групи об'єднані речовини за такими ж ЛОШ, що і у переліку гігієнічних ГДК; четверту групу складають речовини з токсикологічною ЛОШ; п'яту – з рибогосподарською ЛОШ.

Оцінка якості води виконується методом зіставлення значень показників якості води (вимірянних або розрахованих) з нормативами.

Якщо показники не мають ефекту спільної дії, то їх значення (кожного окремо) мають бути не більше за норматив:

$$C_i \leq \text{ГДК}_i. \quad (8.1)$$

Якщо показники якості води мають ефект спільної дії, то вони об'єднуються у групи і для кожної з груп показник Ψ має бути не більше 1:

$$\Psi = \sum_{i=1}^n (C_i / \text{ГДК}_i) \leq 1, \quad (8.2)$$

де n – кількість речовин у групі ЛОШ;

C_i – концентрація i -ої речовини.

Таблиця 8.1 - Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків у місцях господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського водокористування

Показники	Водокористування			
	господарсько-питне	комунально-побутове	рибогосподарські (категорії)	
			вища та перша	друга
Завислі Речовини	ри скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведенні роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на			
Примітка:	0,25 мг/дм³	0,75 мг/дм³	0,25 мг/дм³	0,75 мг/дм³
	я водотоків, які містять у межень більше 30 мг/дм³ природних завислих речовин, припускається збільшення їх вмісту у воді в межах 5%.			
	оротні (стічні) води, які містять завислі речовини зі швидкістю осадження більш ніж 0,2 мм/с, забороняється скидати у водойми, а більше 0,4 мм/с - у водотоки.			
	міст у воді антропогенних завислих речовин (пластівці гідроксидів металів, що утворюються під час очищення стічних вод, часточки азбесту, капрону, лавсану тощо) нормується у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.			
Плаваючі Домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.			
Забарвлення	Не повинне виявлятися у стовпчику 20 см 10 см		Вода не повинна набувати стороннього забарвлення	
Запахи, присмаки	да не повинна набувати запахів інтенсивністю більш за 1 бал, які виявляються : безпосередньо або при наступному хлоруванні безпосередньо		Вода не повинна надавати сторонніх запахів та присмаків м'ясу риби	

Продовження табл. 8.1

Температура	тня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3 ⁰ С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років		мпература води не повинна підвищуватись порівняно з температурою водного об'єкта більш як на 5 ⁰ С із загальним підвищенням температури не більш ніж до 20 ⁰ С влітку і 5 ⁰ С взимку для водних об'єктів, які населяють холодноводні риби (лососеві та сигові), і не більш ніж до 28 ⁰ С влітку і 8 ⁰ С взимку у решті випадків. У місцях нерестовищ забороняється підвищувати температуру води взимку більш ніж до 2 ⁰ С.
рН	Не повинен виходити за межі 6,5 - 8,5		
Мінералізація	більш 1000 мг/дм ³ у тому числі хлоридів - 350 мг/дм ³ , сульфатів - 500 мг/дм ³	Нормується згідно наведеного вище показника "присмаки"	Нормується згідно з таксаціями рибогосподарських водних об'єктів.
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року		У зимовий (підлітній) період повинен бути не менше 6 мг/дм ³ 4 мг/дм ³ літній (відкритий) на усіх водних об'єктах повинен бути не менше 6 мг/дм ³
БСК _{повн}	Не повинне перевищувати при температурі 20 ⁰ С 3 мг О ₂ /дм ³ ---		3 мгО ₂ /дм ³ 3 мгО ₂ /дм ³ що у зимовий період вміст розчиненого кисню у водних об'єктах вищої та першої категорій знижується до 6 мг/л, а у водних об'єктах другої категорії - до 4 мг/л, то можна припустити скид в них лише тих стічних вод, які не змінюють БСК води.

Продовження табл. 8.1

ХСК	Не повинен перевищувати 15 мгО ₂ /дм ³ 30 мгО ₂ /дм ³		---	---
Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.			
Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.			
Коктозопозитивні кишкові палички (ЛКП) не більш	10 000 дм ³	5 000 дм ³	---	---
Коліфаги (у бляшко-утворюючих одиницях) не більш	100 в 1 дм ³	100 в 1 дм ³	---	---
Токсичність	---	---	Стічна вода на випуску у водний об'єкт не повинна справляти гострої токсичної дії на тест-об'єкти	

Примітка: риска означає, що показник не нормований.

Таблиця 8.2 – Гігієнічні ГДК деяких речовин

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³	Клас небезпечн.
1	Аміак (по азоту)	саніт.–токсикол.	(2,0)	3
2	Анілін	саніт.–токсикол.	0,1	2
3	Бензол	саніт.–токсикол.	0,5	2
4	Кальцій	не нормований		
5	Магній	не нормований		
6	Нафта	органолептична	0,3	4
7	Нікель	саніт.–токсикол.	0,1	3
8	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	15,0 (10,0)	3
9	Нітрити (по азоту)	саніт.–токсикол.	3,3 (1,0)	2
10	Свинець	саніт.–токсикол.	0,1	2
11	Сульфати	органолептична	500	4
12	Фенол	органолептична	0,001	4
13	Хлориди	органолептична	350	4
14	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,05	3
15	Цинк	загально–санітар.	1,0	3

Таблиця 8.3 – ГДК деяких забруднювальних речовин у водних об'єктах рибогосподарського призначення

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³
1	Аміак	токсикологічна	0,05
2	Амоній сольовий (по азоту)	токсикологічна	0,5 (0,39)
3	Анілін	токсикологічна	0,0001
4	Бензол	токсикологічна	0,5
5	Кальцій	саніт.–токсикол.	180,0
6	Магній	саніт.–токсикол.	40,0
7	Нафтопродукти	рибогосподарська	0,05
8	Нікель	токсикологічна	0,01
9	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	40,0 (9,10)
10	Нітрити (по азоту)	токсикологічна	0,08 (0,02)
11	Свинець	токсикологічна	0,1
12	Сульфати	саніт.–токсикол.	100,0
13	Феноли	рибогосподарська	0,001
14	Хлориди	саніт.–токсикол.	300,0
15	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,001
16	Цинк	токсикологічна	0,01

У відповідності з рибогосподарськими нормами ефект спільної дії мають усі речовини з однаковою ЛОШ (для рибогосподарських норм у формулі (8.2) n – кількість показників з однаковою ЛОШ). Показники, які нормовані без ЛОШ, не мають ефекту спільної дії.

За санітарними нормами у групи спільної дії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки (у формулі (8.2) n – кількість показників з однаковими ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки). Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту спільної дії.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

У випадку використання водного об'єкта для різних видів водокористування до якості його води ставляться вимоги того виду, у якого найбільш жорсткі норми.

При господарсько–питному та комунально–побутовому використанні водних об'єктів норми якості води повинні дотримуватись:

- у водотоках – на ділянці у один кілометр вище межі району водокористування (контрольний створ розташовується на відстані 1 км);
- у водоймах – на відстані 1 км від меж району водокористування в усі боки.

При рибогосподарському використанні водного об'єкта норми якості води повинні виконуватись в усьому водному об'єкті, починаючи з контрольного створу, який визначається у кожному конкретному випадку органами рибнадзору, але не далі як за 500 м від місця скиду стічних вод.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування.

Оцінку якості вод зручно виконувати у табличній формі (таблиця 8.4).

Таблиця 8.4 - Оцінка якості води для ... водокористування

ЛОШ	Клас	Показник	Значення показника (C_i)	Норматив ($ГДК_i$)	$\frac{C_i}{ГДК_i}$
1	2	3	4	5	6

Примітки:

1. Для показників з числа загальних вимог до складу та властивостей вод в графах 1, 2 і 6 ставиться риска.
2. Після списків речовин з ефектом спільної дії у таблиці 8.4 бажано залишити вільні рядки для запису значень показника Ψ .

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). - М.: Госком СССР по охране природы, 1991. – 34 с.
2. СанПиН 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – М.: Минздрав СССР, 1989. – 59 с.
3. Інструкція № 313/523-94 „Порядок розробки та затвердження ГДС речовин у водні об’єкти із зворотними водами”. Затверджено наказом 15.12.94 р. № 116
4. Матеріали семінару „Основи природоохоронного законодавства України та Європейського Співтовариства: Водні ресурси”. – К.: Державний Інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, 1997.

Контрольні запитання

1. Як виконується оцінка якості вод за санітарними та рибогосподарськими нормами?
2. Яке використання води називається господарсько-питним, комунально-побутовим та рибогосподарським?
3. На які категорії поділяються водні об’єкти рибогосподарського призначення у відповідності з вітчизняними нормами?
4. Що включають норми якості води?
5. Які ЛОШ мають речовини за санітарними та рибогосподарськими нормами?
6. Які речовини мають ефект спільної дії у відповідності з санітарними та рибогосподарськими нормами?
7. Які вимоги до вмісту забруднювальних речовин у водному середовищі повинні виконуватись у відповідності з нормами?
8. Де призначаються контрольні створи для відбору проб води і оцінки її якості?

Завдання для самостійної роботи

1. За одним із варіантів у табл. 2.8 оцінити якість води для потреб господарсько-питного і рибогосподарського водокористування згідно з нижче приведеною послідовністю.
2. Скласти висновок.
3. Роботу акуратно оформити для захисту.

Послідовність оцінки якості вод

1. Для усіх показників якості розглядуваної води з табл. 8.1–8.3 виписується ГДК і ЛОШ (при оцінці якості води за санітарними нормами необхідно також записати і клас небезпеки).

2. Показники якості води розподіляються на дві частини: перша – показники без ефекту спільної дії; друга – з ефектом спільної дії.

3. У відповідності з нормами для першої частини значення показників (кожного окремо) мають бути не більше за норматив (умова (8.1)).

За рибогосподарськими нормами до першої частини відносять показники нормовані без ЛОШ; за санітарними – без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки.

4. Показники другої частини об'єднуються у групи по ЛОШ, для кожної групи розраховується Ψ , його значення повинно бути не більш ніж одиниця (умова (8.2)).

За рибогосподарськими нормами до другої частини відносять показники нормовані з ЛОШ; за санітарними – з ЛОШ, але 1 і 2 класу небезпеки.

Приклад оцінки якості вод

Оцінити якість води у річці Ворскла на одному із пунктів гідрохімічних спостережень для господарсько-питного та рибогосподарчого призначення.

Таблиця 8.5 – Значення показників якості вод р. Ворскла

№ пп	Показник, мг/дм ³	Значен- ня	№ пп	Показник, мг/дм ³	Значен- ня
1	Температура, °C	13	9	Азот нітратний	6,0
2	Запах, бали	2	10	Азот нітритний	0,005
3	Розчинений O ₂	8,5	11	Бензол	0,10
4	Завислі речовини	7,2	12	Кальцій	92,0
5	БСК	4,7	13	Магній	29,0
6	ХСК	23	14	Нафтопродукти	0,08
7	РН	7,3	15	Сульфати	61,0
8	Азот амонійний	0,21	16	Хлориди	54,0

Примітка: Перелік показників та їх значення в табл. 8.5 слід розглядати лише як приклад.

РІШЕННЯ. Виконуємо оцінку якості відповідно до п. 8.2 у табличній формі: у табл. 8.6 рибогосподарські норми і у табл. 8.7 санітарні норми.

ВИСНОВОК. Якість води у прикладі не відповідає вітчизняним нормам рибогосподарського водокористування, оскільки:

- БСК досліджуваної води перевищує норматив ($4,7 > 3$);
- вміст забруднювальних речовин санітарно-токсикологічної групи більший за нормативний у 2,7 рази;
- вміст нафтопродуктів перевищує норму ($0,08 > 0,05$).

Якість води не відповідає вітчизняним нормам господарсько-питного водокористування за показниками:

- „запах” ($2 > 1$);
- БСК ($4,7 > 3$);
- ХСК ($23 > 15$).

Решта показників у нормі.

Таблиця 8.6 - Оцінка якості води для рибогосподарського водокористування

ЛОШ	Показник	Значення	ГДК _i	$\frac{C_i}{ГДК_i}$	Примітка—
—	Температура, °C	13	28	—	
—	Запах, бали	2	відсутнє	—	—
—	Розчинений O ₂ , мг/дм ³	8,5	6	—	+
—	Завислі речовини, мг/дм ³	7,2	фон + 0,25	—	
—	БСК, мг/дм ³	4,7	3	—	—
—	ХСК, мг/дм ³	23	не нормов.	—	
—	РН	7,3	6,5 – 8,5	—	+
Токсико-Логічна	Азот амонійний, мг/дм ³	0,21	0,39	0,538	
	Азот нітритний, мг/дм ³	0,005	0,02	0,250	
	Бензол, мг/дм ³	0,10	0,5	0,200	
	Σ			0,988	+
Санітарно-токсикол.	Азот нітратний, мг/дм ³	6,0	9,1	0,659	
	Кальцій, мг/дм ³	92,0	180	0,511	
	Магній, мг/дм ³	29,0	40,0	0,725	
	Сульфати, мг/дм ³	61,0	100	0,61	
	Хлориди, мг/дм ³	54,0	300	0,180	
	Σ			2,685	—
Рибгосп.	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,08	0,05	—	—

Примітка: Плюс або мінус в останньому стовпчику табл. 8.6 і далі в табл. 8.7 позначає, відповідає чи ні значення показника якості вод вимогам норм.

Таблиця 8.7 - Оцінка якості води для господарсько-питного водокористування

ЛОШ	Клас небезпеки	Показник	Значення	ГДКі	$\frac{C_i}{ГДК_i}$	Примітка
–	–	Температура, °C	13	T _л +3	–	
–	–	Запах, бали	2	1	–	–
–	–	Розчинений O ₂ , мг/дм ³	8,5	4	–	+
–	–	Завислі речовини, мг/дм ³	7,2	фон.+ 0,25	–	
–	–	БСК, мг/дм ³	4,7	3	–	–
–	–	ХСК, мг/дм ³	23	15	–	–
–	–	pH	7,3	6,5–8,5	–	+
Заг.-с	3	Азот амонійний, мг/дм ³	0,21	2,0	–	–
Сан.-т	3	Азот нітратний, мг/дм ³	6,0	10	–	+
–	–	Кальцій, мг/дм ³	92,0	не норм.	–	
–	–	Магній, мг/дм ³	29,0	не норм.	–	
Орг.	4	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,08	0,3		+
Орг.	4	Сульфати, мг/дм ³	61,0	500	–	+
Орг.	4	Хлориди, мг/дм ³	54,0	350	–	+
Сан.-токс.	2	Азот нітритний, мг/дм ³	0,005	1,0	0,005	
	2	Бензол, мг/дм ³	0,10	0,5	0,200	
	Σ				0,205	+

З Б І Р Н И К
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до практичних робіт
з д и с ц и п л і н и
"Моніторинг довкілля"

Укладачі: к.г.н., доц. Чугай А.В.
к.г.н., доц. Юрасов С.М.
ст. викл. Чернякові О.І.
ас. Грабко Н.В.
ас. Волков А.І.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15
