

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища та
лісового господарства

05-02-396М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни

«Моніторинг довкілля»

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Лісове господарство»
спеціальності 205 «Лісове господарство» денної та заочної форм
навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННІАЗ
Протокол № 1 від 29.08.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Лісове господарство» спеціальності 205 «Лісове господарство» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Вознюк Н. М., Прищепя А. М. – Рівне : НУВГП, 2023. – 39 с.

Укладачі:

Вознюк Н. М., к.с.-г.н., професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Прищепя А. М., д.с.-г.н., професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д. с.-г. н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 205 «Лісове господарство»: Клименко О. М., д.с.-г.н., професор, професор кафедри туризму та готельно-ресторанної справи.

© Н. М. Вознюк,
А. М. Прищепя, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

Практична робота № 1. Інвентаризація джерел забруднення атмосферного повітря	4
Практична робота № 2. Оцінювання стану навколишнього середовища за наявністю і різноманіттям видів лишайників (ліхеноіндикація)	8
Практична робота № 3. Оцінка фонового забруднення повітря в місті	12
Практична робота № 4. Визначення пріоритетного списку інгредієнтів атмосферного повітря, що підлягають контролю	15
Практична робота № 5. Визначення стану навколишнього середовища за комплексом ознак (хвої, пагонів, бруньок) у хвойних деревах	21
Практична робота № 6. Забруднення водних об'єктів біогенними елементами, що виносяться з сільськогосподарських угідь	24
Практична робота № 7. Розрахунок кратності розведення стічних вод водами річки	27
Практична робота № 8. Визначення необхідної ширини шумозахисної зеленої смуги	30
Практична робота № 9. Санітарно-гігієнічна оцінка зелених рослин в населених пунктах	38
Список використаної літератури	39

Практична робота № 1

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

***Мета роботи:** Скласти інвентаризацію забруднюючих речовин для підприємства, де, крім основного технологічного процесу, працює котельня (спалювання мазуту) і використовується автотранспорт. Розрахувати викиди шкідливих речовин в атмосферу.*

Теоретична частина:

З метою розробки ефективних заходів з охорони атмосферного повітря, які призведуть до зниження можливостей його забруднення викидами стаціонарних та пересувних джерел, необхідно спочатку взнати сучасний стан та тенденції зміни рівнів забруднення повітря, види та параметри джерел забруднення, щільність їх розміщення, склад та об'єм викидів. Ці дані разом з такими факторами, як метеорологічні явища, топографічні особливості та фізико-хімічні процеси трансформації речовин в атмосферному повітрі дозволяють, використовуючи сучасні математичні методи, з малими витратами та за короткий час розробляти варіанти повітреохоронних заходів.

Результати інвентаризації джерел викидів разом з розрахунками розсіювання домішок дозволяють визначити складові окремих джерел, оцінити екологічну ефективність повітреохоронних заходів, здійснити контроль за викидами окремих джерел при групових викидах і розробити програми досягнення необхідної якості повітря.

З метою визначення всіх стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря, встановлення їх місцезнаходження, складу та об'єму викидів, встановлення ГДВ було запропоновано провести інвентаризацію джерел викидів шкідливих речовин.

У 1995 році Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України (Наказ №7 від 10.02.1995 р.) була затверджена і впроваджена в дію «Інструкція про зміст та порядок складання звіту проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві» (КНД 211.2.3.014-95).

Цією інструкцією було встановлено, що інвентаризацію проводять всі виробничі об'єднання та промислові підприємства (в

цілому по об'єднанню та по кожній виробничій одиниці окремо), а також всі установи та організації, у відомстві яких знаходяться виробничі підрозділи, які викидають забруднюючі речовини в атмосферу. При інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу дозволяється використовувати як прямі методи інструментального вимірювання, так і розрахункові методи та матеріали технологічного регламенту і проектних показників.

Звіт про інвентаризацію викидів забруднюючих речовин подається в органи Мінекології та природних ресурсів для реєстрації у вигляді роздрукованого звіту.

Хід роботи:

1. Виписати вихідні дані згідно з варіантом.
2. Провести розрахунки (при умові, що на котельні ніяких вловлювачів немає)
 - розрахувати викиди твердих часток:

$$M_{ms} = 0,01 * A * B(1 - \eta), \text{ m/рік} \quad (1.1)$$

де: B – кількість використаного палива, т/рік; A – зольність палива на робочу масу, $A=1$; η – доля твердих часток, що уловлюється, $\eta=0$

- розрахувати викиди оксидів сірки:

$$M_{SO} = 0,02B * \rho' (1 - \eta'_{SO})(1 - \eta''_{SO}), \text{ m/рік} \quad (1.2)$$

де: ρ' – вміст сірки у паливі; η' – доля оксидів сірки, що зв'язується летючим попелом палива, $\eta' = 0,02$; η'' – доля оксидів сірки, що уловлюється, $\eta'' = 0$

- розрахувати викиди оксиду вуглецю:

$$M_{CO} = 0,001 * B * Q * K_{CO} (1 - \frac{q_{CO}}{100}), \text{ m/рік} \quad (1.3)$$

де: Q – теплота згорання палива, $Q=4,3$; K_{CO} – кількість оксидів вуглецю, що утворюються на одиницю тепла, $K_{CO} = 0,32$; q_{CO} – витрати теплоти внаслідок механічного неповного згорання палива, $q_{CO} = 0,5$

- розрахувати викиди оксиду азоту:

$$M_{NO} = 0,001 * B * Q * K_{NO} (1 - \eta_{NO}), \text{ т/рік} \quad (1.4)$$

де: K_{NO} – кількість оксидів азоту, що утворюються на одиницю теплоти, $K_{NO} = 0,11$; η – доля оксиду азоту, що уловлюється, $\eta = 0$.

3. Розрахувати кількість викиду автотранспортом, результати занести у табл.2.

4. Результати розрахунків зводимо в табл. 3.

5. Зробити висновки.

Таблиця 1.1

Кількість забруднюючих речовин, що викидаються в повітря автотранспортом в результаті спалювання палива.

Забруднюючі речовини	Викид забруднюючих речовин карбюраторними двигунами на 1 т палива	Викид забруднюючих речовин дизельними двигунами на 1 т палива
CO	0,6 т	0,1 т
Вуглеводи	0,1 т	0,03 т
NO ₂	0,04 т	0,04 т
Сажа	0,58 кг	15,5 кг
SO	2 кг	0,2 т
Свинець	0,3 т	-

Таблиця 1.2

	CO	Вуглеводи	NO ₂	Сажа	SO		Свинець
Карбюраторні двигуни							
Дизельні двигуни							

Таблиця 1.3

ЗР	Маса викиду, т/рік			Всього викидів, т/рік	% від загального викиду		
	П	К	А		П	К	А

Вихідні дані

Таблиця 1.4

*Забруднюючі речовини, що викидаються підприємством
(маса, т/рік)*

Назва речовини	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завислі речовини	19.05	15.1	21.0	13.4	18.0	17.8	10.5	4.8	7.5	20.0
Формальдегід	.035	.015	.011	.012	.013	.011	.014	.013	.015	.017
Ацетон	26.3	28.1	23.2	20.8	25.4	26.7	28.3	27.3	22.3	24.5
Толуол	8.4	7.5	6.7	5.9	6.7	5.9	8.5	9.7	7.8	4.0
Етанол	1.7	1.8	1.9	1.7	1.4	1.5	1.6	1.7	1.5	2.0
Оксид вуглецю	90.2	91.3	94	95	96	97	100	95.5	94.2	92
Двооксид азоту	.085	0.1	0.15	0.2	0.18	0.17	0.16	0.14	.09	0.04
Оксид сірки	33	34	35	34.5	37	34.2	33.4	33.5	36.2	37.3
Свинець	0.5	0.4	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.4	0.6

Таблиця 1.5

Вихідні дані щодо використання палива

	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість мазуту, т/рік	3522	2820	2235	3640	4200	3600	3700	3450	3345	3964
Вміст сірки, %	0.5	0.44	0.47	0.51	0.48	0.5	0.41	0.42	0.5	0.52
	Передостання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість бензину, т/рік	342	350	280	450	460	470	340	380	340	359
Кількість диз. пального, т/рік	150	149	135	140	148	451	146	155	180	200

Практична робота № 2

ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА НАЯВНІСТЮ І РІЗНОМАНІТТЯМ ВИДІВ ЛИШАЙНИКІВ (ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ)

Мета роботи: навчитися оцінювати стан навколишнього середовища методом ліхеноіндикації.

Теоретична частина:

Дуже інформативними біоіндикаторами стану повітряного середовища і його зміни є нижчі рослини: мохи та лишайники, які накопичують такі забруднюючі речовини як: сірка, фтор, радіоактивні речовини, важкі метали. Лишайники поселяються на голих скелях, бідному ґрунті, стовбурах дерев, мертвій деревині, але для свого нормального функціонування вони потребують чистого повітря. Особливо вони чутливі до сірчистого газу. Незначне забруднення атмосфери не впливає на більшість рослин, але може стати причиною масової загибелі чутливих видів лишайників.

Науковий напрям біомоніторингу за станом повітряного середовища за допомогою лишайників називається *ліхеноіндикацією*. Лишайники – це симбіоз водоростей і гриба. Вони чутливі до забруднення середовища через те, що:

- 1) у лишайників відсутня непроникна кутикула, завдяки чому обмін газів проходить вільно через всю поверхню;
- 2) більшість токсичних газів концентрується в дощовій воді, а лишайники втягують воду всією сланню, на відміну від квіткових рослин, які поглинають воду переважно корінням;
- 3) більшість рослин у наших широтах активні тільки влітку, коли рівень забруднення сірчистим газом набагато нижчий, тоді як лишайники володіють здатністю до росту і при температурах, нижчих від 0°C.

На відміну від квіткових рослин лишайники здатні позбуватися від уражених токсичними речовинами частин кожного року. В містах із забрудненою атмосферою вони ростуть рідко, головний ворог лишайників у містах – сірчистий газ. Установлено, що чим вищий рівень забруднення природного середовища сірчистим газом, тим більше сірки накопичується в лишайниках, причому жива слань

акумулює сірку із середовища інтенсивніше, ніж мертва. Особливо зручні лишайники як індикатори невеликого забруднення навколишнього середовища. Найбільш чутливим симбіонтом лишайників є водорості.

У світі нараховують близько 26 тисяч видів лишайників. Їх розрізняють за зонами проростання (тундра, лісова зона і т.д.), видами субстрату (камені, скали, стовбури й гілки дерев, ґрунт). У лишайників, що ростуть на деревах, видовий склад розрізняється залежно від рН кори. Лишайники зникають, першою чергою, з дерев, що мають кислу кору (береза, хвойні), потім з нейтральних (дуб, клен) та найпізніше – з дерев, що мають слабколужну кору (в'яз дрібнолистий, акація жовта). У лишайникових типах лісу домінують куцисті лишайники (кладонія, цетрарія). Серед життєвих форм лишайників розрізняють:

- 1) накипні (слань має вигляд шкірочок) – наприклад, бацидіум фісція;
- 2) листоваті (слань має вигляд пластинок) – наприклад, пармелія, степова золотянка, гіпогімнія;
- 3) куцисті (слань має вигляд кущиків або звисаючих «борід», іноді до 1–2 м довжиною) – наприклад бріорія, клафонія, цетрарія.

Практикується і більш детальний поділ життєвих форм лишайників: *накипні* – порошкоподібні слабкоструктуровані; *коркові* – коркоподібні, щільно прилягають до субстрату; *лускаті* – коркоподібні, краї талому припідняті; *пластинчасті* – коркоподібні, краї бороздчаті й утворюють лопасті.

Найбільш чутливі до забруднення повітряного середовища куцисті та листові лишайники (зникають повністю), найменш – накипні. Лишайники (особливо бріорія, пармелія) є їжею для низки тварин (косуль, оленів), а кладонія – основна їжа північного оленя. Руйнування і зникнення лишайникового покриву у зв'язку із забрудненням території (наприклад, під впливом промисловості та транспорту) руйнує основні харчові ланцюги й призводить до зникання низки тварин, особливо оленів.

Хід роботи:

Біоіндикація території за допомогою лишайників може бути організована по-різному і залежить від мети: можна розмістити трансекту довжиною 2 – 3 км перпендикулярно насиченій автотранспортом позаміській дорозі, яка примикає до лісового масиву

з невеликої різноманітності деревних порід (наприклад, сосна з домішками берези або дубове насадження з домішками клену); можна розмістити трансекту залежно від віддалі до центру міста (центральної вулиці, на деякій віддалі від центру, окраїна, приміські території). Така трансекта може тягнутися на 20 – 50 км і переходити в зелену зону міста. В цій трансекті повинні вивчатися лише види деревних рослин.

Першу трансекту розбийте на ряд ділянок: біля дороги; на віддалі 100 м; на віддалі 300 м; на віддалі 500 м; на віддалі 1000 м; на віддалі 2000 – 3000 м від дороги. На кожній ділянці закладіть пробні площадки розміром 20x20 м, 50x50 м, 100x100 м (залежно від розрідження насаджень). На кожному пробному майданчику врахуйте такі параметри: загальну кількість видів лишайників, ступінь покриття сланню лишайників кожного дерева, частоту (зустріваність) кожного виду; багатство кожного виду. Для порівняльної оцінки можна використати градації, наведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1

Градація частоти (зустріваності) та ступеню покриття дерев сланню лишайників

Оцінка	Частота зустріваності	Ступінь покриття
1	Дуже рідка	Дуже низька
2	Рідка	Низька
3	Невелика	Середня
4	Велика	Велика
5	Дуже висока	Дуже велика (зустрічається на більшості дерев)

*Вплив забруднення середовища на зустріваність лишайників
(складена за роботами багатьох авторів)*

Зона забруднення	Оцінка зустріваності лишайників	Забруднення повітря сірчистим газом, мг/м³	Оцінка забруднення
1	Лишайники на деревах та каменях відсутні	більше ніж 0,3–0,5	сильне забруднення
2	Лишайники також відсутні на стовбурах дерев та каменях. На північному боці дерев у затінених місцях зустрічається зеленуватий наліт водорості плеврококус	близько 0,3	досить сильне
3	Поява на стовбурах і біля основи дерев сіро-зеленуватих твердих накипних лишайників леканори, фісції	від 0,05 до 0,2	середнє
4	Розвиток накипних лишайників – леканори та ін., водорості плеврококуса, поява листових лишайників	не перевищує 0,05	невелике
5	Поява кущистих лишайників	малий вміст	повітря дуже чисте

Практична робота № 3

ОЦІНКА ФОНОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В МІСТІ

Мета роботи: ознайомитися та оволодіти методами оцінки та прогнозу фонового забруднення атмосферного повітря міста.

Теоретична частина:

У зв'язку з високим насиченням міст джерелами забруднення, рівень забруднення атмосферного повітря в них, як правило, вищий порівняно з приміськими зонами та сільськими місцевостями. В окремі періоди, несприятливі для розсіювання викидів, концентрації шкідливих речовин можуть різко зрости відносно середнього або фонового міського забруднення повітря. Для попередження підвищення рівнів забруднення атмосферного повітря при несприятливих для розсіювання шкідливих речовин метеорологічних умовах необхідно прогнозувати та враховувати ці умови.

Метеорологічні умови високого фонового забруднення повітря необхідно вивчити у кожному місці шляхом аналізу результатів спостережень. Переважно в місті на мережі постів спостережень протягом однієї доби відбирається 50-100 проб повітря. Для оцінки ступеня забруднення атмосфери міста в цілому використовують різноманітні узагальнені показники.

Одним із найбільш простих показників забруднення є нормована концентрація домішок (q^*), осереднена по всьому місту за весь період спостережень. Вона визначається за формулою:

$$q^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{q_{cp_i}}, \quad (3.1)$$

де: q_i - середня концентрація за день в i -тому пункті, мг/м³; q_{cp_i} - середньо сезонна концентрація в цьому ж пункті, мг/м³; N – число стаціонарних пунктів у місті.

Нормування на середньо сезонну концентрацію дозволяє виключити вплив зміни загальної концентрації з року в рік. Це дає можливість використовувати для аналізу ряд спостережень за декілька років.

Розповсюдження одержав показник фонового забруднення міста – параметр P .

$$P = \frac{m}{n}, \quad (3.2)$$

де: n – загальне число спостережень за концентрацією домішок в місті протягом одного дня на всіх стаціонарних пунктах; m – число спостережень за концентраціями, які перевищують середньо-сезонне значення більше, як в 1,5 рази.

Параметр P розраховується для кожного дня, як за окремими домішками, так і за їх сумою. Цей параметр є відносною характеристикою.

Виділяють три рівня забруднення повітря в місті:

- високий – $P > 0,35$;
- підвищений – $0,2 < P \leq 0,35$;
- понижений – $P \leq 0,2$.

Високий рівень забруднення формується при таких метеорологічних умовах:

- 1) вночі або зранку визначеного дня дуже слабкий (до 1 м/с) вітер або його немає, а напередодні спостерігалось підвищене значення $P > 0,3$;
- 2) вдень (за даними спостережень о 15 год.) вітру немає або дуже слабкий, а напередодні $P > 0,15$;
- 3) відносно висока температура повітря при слабкому (до 5 м/с) вітрі в ранкові години визначеного дня, а напередодні $P > 0,3$;
- 4) помірний (3-6 м/с) вітер і нестійка стратифікація вдень змінюється штилем ввечері, а напередодні $P > 0,15$;
- 5) напередодні $P > 0,4$, а в наступний день не очікується посилення вітру або випадання значних опадів;
- 6) при дуже слабкому (до 1 м/с) спостерігається туман або збільшена інверсія.

Понижений рівень забруднення відзначається при наступних метеорологічних умовах:

- швидкість вітру перевищує 5-6 м/с;
- помірний або сильний дощ;
- напередодні в другій половині дня $P < 0,15$.

Хід роботи:

1. Виписати вихідні дані згідно з варіантом.
2. Оцінити ступінь забруднення атмосфери міста за даними домішками, використовуючи показники нормованої концентрації (формула 1) предикату P (формула 2).
3. Виходячи з градації параметра P , визначити рівень забруднення атмосферного повітря у місті.
4. Зробити висновки.

Вихідні дані

	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва домішки	CO	NO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	SO ₂	CO
№ поста спостережень	1,2 3,4 5	1,2, 3,4,5	1,2, 3,4,5	6,7, 8,9, 10	6,7, 8,9, 10	6,7, 8,9, 10	1,3, 5,7, 9	1,3, 5,7, 9	1,3, 6,7, 9	2,4, 6,8, 10
День спостережень	перший			п'ятий			десятий			перший

Концентрації CO в різних пунктах спостережень

№	День перший					День п'ятий					День десятий				
1	0.8	0.9	1.2	1.8	3	1.2	1.8	3.1	1.2	0.2	0.6	0.7	0.12	3	0.55
2	0.1	0.4	0.9	3.2	2	0.8	2.5	4.5	1.1	1	0.5	0.3	0.9	2.5	1
3	1.2	0.5	0.8	0.7	2	0.9	0.8	0.7	0.3	3	3.2	3.4	3.3	3.5	2
4	2	3	1.8	3	5	1.2	2.3	2.6	0.5		0.8	0.7	0.8	0.9	3.4
5	4	6	8	9	8	15	6	8	9	9	2	2	4	8	9
6	2.1	2.3	2.9	6	3.5	4.5	8	9	10	3	12	10	5	5	6
7	12	12	13	11	12	4.5	6.5	8.5	9.9	5	4.5	4.5	5	8.8	9.7
8	10	8	7	7	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1.2	0.8	0.8	0.1	0.1	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4	0.1	0.1
10	0	1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	0.4	0.8	0.8	0.7	0.9	0.4

Концентрації NO₂ в різних пунктах спостереження

№	День перший					День п'ятий					День десятий		
1	.082	.092	.099	0.065		0.075	0.122	0.111		0.123	0.085	0.045	0.045
2	.064	.045	.012	.012		.045	.012	.012		.045	0.058	0.046	0.078
3	.111	.013	.123	.45		.012	.018	.012		.058	0.056	0.078	0.12
4	.123	.124	.178	.145		.078	.078	.123		.123	0.123	0.123	0.195
5	.045	.046	.048	.047		.154	.145	.123		.125	0.48	0.46	0.48
6	.126	.258	.265	.214		.217	.245	.278		.46	0.123	0.158	0.14

7	.023	.123	.125	.48	.158	.147	.123	.159	0.124	0.48	0.12
8	.012	.012	.012	0.13	0.12	0.12	0.15	0.18	0.15	0.14	0.14
9	.014	.15	.14	0.18	0.17	0.78	0.45	0.14	0.48	0.48	0.48
10	0.01	.012	.012	.013	.015	.015	.015	.045	0.12	0.013	0.15

Концентрації SO₂ в різних пунктах спостережень

№	День перший				День п'ятий				День десятий			
1	.002	0.002	0.009	0.005	0.005	0.022	0.011	0.023	0.005	0.005	0.005	
2	0.06	0.045	0.012	0.012	0.005	0.002	0.002	0.005	0.008	0.006	0.008	
3	.011	0.013	0.023	0.05	0.002	0.008	0.001	0.008	0.006	0.008	0.02	
4	.003	0.004	0.008	0.005	0.008	0.008	0.023	0.023	0.023	0.023	0.095	
5	.005	0.006	0.008	0.007	0.054	0.045	0.023	0.025	0.08	0.06	0.08	
6	.026	0.058	0.065	0.014	0.017	0.045	0.078	0.06	0.023	0.058	0.04	
7	.003	0.103	0.105	0.08	0.108	0.107	0.103	0.109	0.104	0.08	0.02	
8	.012	0.012	0.012	0.13	0.02	0.02	0.05	0.08	0.05	0.04	0.04	
9	.004	0.05	0.04	0.08	0.07	0.08	0.05	0.04	0.40	0.40	0.08	
10	.001	.002	0.002	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.001	0.001	0.004	

Середньомісячні концентрації

Речовина Місяць/ № поста	CO			NO ₂			SO ₂		
	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.8
1	0.8	1.1	1.2	0.081	0.065	0.065	0.002	0.005	0.006
2	0.6	0.7	0.2	0.045	0.045	0.048	0.003	0.005	0.009
3	0.1	0.9	0.4	0.047	0.048	0.078	0.006	0.009	0.002
4	0.9	0.9	1	0.025	0.078	0.012	0.002	0.005	0.004
5	4	2	2	0.032	0.065	0.012	0.001	0.001	0.001
6	2.3	4	4	0.047	0.012	0.014	0.001	0.001	0.002
7	3	3	3	0.047	0.15	0.018	0.005	0.005	0.005
8	1	1	1	0.047	0.012	0.045	0.003	0.002	0.006
9	0.1	0.1	0.1	0.015	0.018	0.078	0.002	0.005	0.006
10	0.1	0.1	0.1	0.045	0.012	0.014	0.008	0.003	0.006

Практична робота № 4

**ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОГО СПИСКУ
ІНГРЕДІЄНТІВ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ЩО
ПІДЛЯГАЮТЬ КОНТРОЛЮ**

Мета роботи: встановити ступінь забрудненості приземного шару атмосферного повітря та визначити пріоритетні забруднюючі речовини

Теоретична частина:

До атмосферного повітря надходить значна кількість забруднюючих речовин. Повсюдно викидаються такі шкідливі речовини, як пил (зважені речовини), діоксид сірки, діоксид та оксид азоту, оксид вуглецю, які прийнято називати *основними*, а також інші *специфічні* речовини, що містяться у викидах окремих підприємств, виробництв, цехів.

Перелік речовин для вимірювань на стаціонарних, маршрутних постах та при підфакельних спостереженнях встановлюється на підставі відомостей про склад і характер викидів від джерел забруднення в місті та метеорологічних умов розсіювання домішок. Визначають речовини, які викидаються підприємствами міста, і оцінюють можливість перевищення ГДК цих речовин. У підсумку складають перелік речовин, що підлягає контролю першочергово.

Принцип вибору шкідливих речовин і складання переліку пріоритетних речовин засновано на використанні параметра споживання повітря (СП):

реального

$$СП_i = \frac{M_i}{q_i} \quad (4.1)$$

необхідного

$$СП_{ні} = \frac{M_i}{ГДК_i} \quad (4.2)$$

де M_i – сумарна кількість викидів i -тої домішки від усіх джерел, розташованих на території міста, тис.т/рік; q_i – концентрація, встановлена за даними розрахунків або спостережень, мг/м³.

Встановлюється, чи буде середня або максимальна концентрація домішки перевищувати при даних викидах відповідно середньодобову ГДК_{с.д.} або максимально разову ГДК_{м.р.}. Якщо $СП_{ні} > СП_i$, тоді очікувана концентрація домішки у повітрі може дорівнювати ГДК або перевищити її і, відповідно, i -та домішка повинна контролюватися. Перелік речовин для організації спостережень встановлюється шляхом порівняння СП з СП_н для середніх та максимальних концентрацій домішок.

Для з'ясування необхідності проведення спостережень за i -тою домішкою з використанням СП_{с.д.} пропонується графічний метод. На

рис. 4.1 наведено ряд ліній, що відповідають $q = ГДК_{с.д.}$ за значеннями M_i , потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА) і характерного розміру міста L_j , який визначається умовно як радіус кола площею S_j , що відповідає площі міста, а саме:

$$L_j = \sqrt{\frac{S_j}{\pi}} \quad (4.3)$$

Якщо одне або група джерел розташовані за межею міста на одному промисловому майданчику, то необхідно враховувати повторюваність P_j напрямків вітру зі сторони промайданчика. У такому випадку замість M_i беруть $M_i' = M_i P_j$ (в середньому для України $\Sigma P_j = 0,5$), а замість L_j беруть $L_j' = 2$ км, що відповідає відстані на якій середня концентрація домішки має найбільше значення.

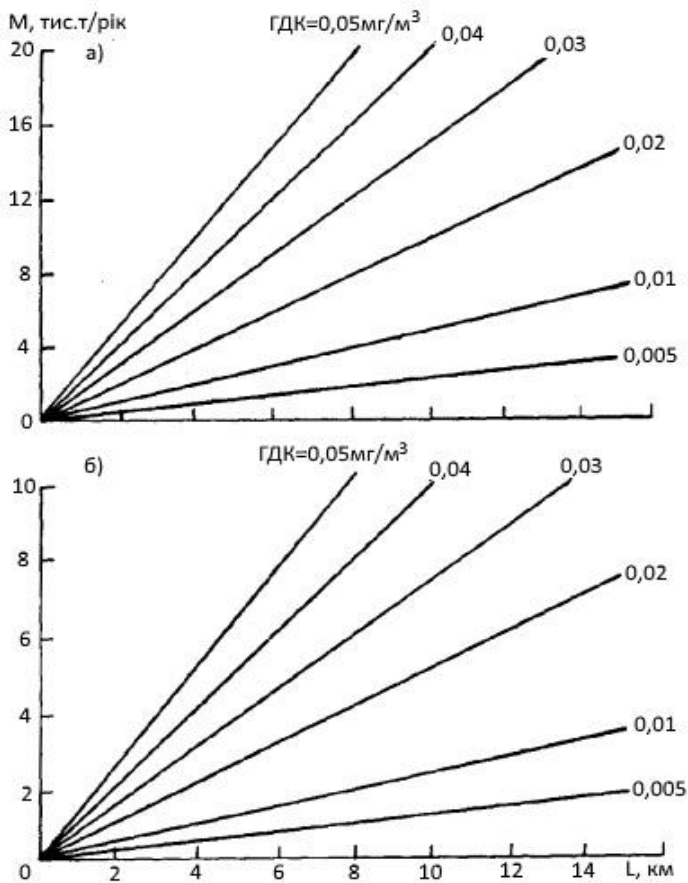
На рис. 4.1 для i -тої домішки за значеннями M_i (M_i') L_j (L_j') визначають місце розташування точки відносно розрахункової прямої $\bar{Q}_i = ГДК_{с.д.i}$. Якщо точка потрапляє вище прямої або на неї, тоді це означає, що очікувана середня концентрація i -тої домішки буде перевищувати санітарно-гігієнічну норму (ГДК_{с.д.}) або буде їй дорівнювати і, відповідно, i -ту домішку необхідно контролювати. Якщо ж точка лягає нижче прямої, тоді контролювати i -ту домішку не потрібно, але при умові, що очікувана концентрація не буде перевищувати ГДК.

При застосуванні графічного метода слід враховувати, що прямі на рис. 1 відповідають значенням ГДК_{с.д.} від 0,005 до 0,05 мг/м³. Якщо значення ГДК i -тої домішки більше за 0,05 (або менше за 0,005) тоді використовують пряму лінію, яка відповідає значенню ГДК_{с.д.} у 10 разів меншому (або більшому), ніж ГДК, а значення M_i , нанесене на вісі координат, множаться (або діляться) на 10. Наприклад, для SO₂ ГДК_{с.д.}=0,1 мг/м³ використовують лінію ГДК_{с.д.}=0,01 мг/м³, а значення M на вісі координат множаться на 10.

Після вибору домішок, які будуть підлягати контролю, визначають почерговість організації контролю за специфічними домішками, що викидаються різними джерелами. Для цього розраховують параметр необхідного споживання повітря (СП_{н1i}) за

формулою:

$$СП_{н1i} = \frac{M_i}{ГДК_{с.д.i}} \quad (4.4)$$



а) – для міст з ПЗА=2,5 – 3,0;
 б) – для міст з ПЗА>3,0

Рис. 4.1. Залежність між сумарними викидами M , типовим розміром міста L та середньою концентрацією домішки $q = \text{ГДК}$

Якщо $\text{СП}_{\text{н1 } 1} > \text{СП}_{\text{н1 } 2} > \text{СП}_{\text{н1 } 3} > \dots$, то першою до переліку контрольованих домішок увійде та, що має найбільше значення $\text{СП}_{\text{н1}}$, другою – домішка з наступним значенням $\text{СП}_{\text{н1}}$ і т.д. Якщо декілька

домішок мають однакове значення $СП_{н1}$, то тоді враховують клас небезпечності речовини.

У випадку оцінки очікуваної максимальної концентрації домішок, при виборі речовин для контролювання їх вмісту у повітрі встановлюється співвідношення ($СП_2$) між очікуваною при фіксованих викидах максимально разовою концентрацією i -тої домішки та її ГДК_{м.р.} Значення $СП_2$ для несприятливих умов розсіювання окремо для холодних та гарячих викидів на відповідних висотах та різних швидкостях виходу газоповітряної суміші з труб, тобто для різних A , ΔT , H , v наведено у табл.4.1. Окремо розглядають викиди з різницею значень температур суміші викиду та температурою повітря $\Delta T < 50$ °C та $\Delta T \geq 50$ °C.

Таблиця 4.1

A	$v, \text{ м}^3/\text{с}$	$H, \text{ м}$			$v, \text{ м}^3/\text{с}$	$H, \text{ м}$		
		20	50	100		50	100	250
Низькі та холодні викиди ($\Delta T < 50$ °C)					Високі та гарячі викиди ($\Delta T \geq 50$ °C)			
120	1	0,3	1,6	6,6	50	3,5	14,0	87,4
120	10	0,6	3,6	14,2	1200	10,1	40,3	252,1
160	1	0,2	1,2	5,0	50	2,6	10,5	65,6
160	10	0,4	2,7	10,7	1200	7,6	30,3	189,1
200	1	0,2	1,0	4,0	50	2,1	8,4	52,4
200	10	0,3	2,1	8,5	1200	6,0	24,2	151,3
240	1	0,1	0,8	3,3	50	1,8	7,0	43,7
240	10	0,3	1,8	7,1	1200	5,0	20,2	126,1

Значення H встановлюється з урахуванням наступних умов: 1). Якщо домішка надходить до атмосфери від декількох дрібних джерел та автотранспорту, приймається $H \leq 20$ м; 2). Якщо домішки викидаються з декількох промислових джерел різної висоти, то приймається умовно $H=50$ м, що приблизно відповідає середній висоті труб; 3). Якщо в місті основні домішки викидаються переважно промисловими підприємствами з високими трубами, то для них приймається $H=100 \div 250$ м.

За значеннями M_i і ГДК_{м.р.i} визначають параметр реального споживання повітря, який потім порівнюється з $СП_{н2}$. Якщо $СП_{н2i} > СП_{н2}$, тоді i -та домішка включається до другого попереднього переліку домішок, рекомендованих для контролю.

Остаточний пріоритетний перелік домішок, рекомендованих для спостережень у містах, складається з декількох етапів. Спочатку розподіляються місця у списку домішок за значеннями $СП_{н1}$. Першою

у списку повинна бути домішка з найбільшим значенням $СП_{н1}$, інші місця у переліку розподіляються у порядку зменшення значень $СП_{н1}$. Та сама процедура проводиться і з другим списком за значеннями $СП_{н2}$. При цьому домішки, у яких відсутні значення $ГДК_{м.р.}$, включаються до переліку за подвійним номером місця, отриманим за значенням $СП_{н1}$. Якщо декілька домішок мають однакові порядкові номери у списку, тоді їх почерговість визначається класом небезпечності речовини.

Хід роботи

1. Виписати у таблицю вихідні дані, номер варіанта обрати за останньою цифрою залікової книжки. Для міста: $A=200$; $ПЗА=3,0$; висота викидів $H=50$ м; $\Delta T > 50$.

Вихідні дані

Назва речовини	Маса викиду, тис.т/рік									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пил неорганічний	6,23	5,15	6,15	5,04	3,21	3,75	4,18	4,75	5,87	6,11
Ангідрид сірчистий	20,04	10,04	12,04	13,05	14,22	15,87	16,12	17,34	18,77	19,09
Азоту диоксид	12,07	12,06	12,05	12,04	12,03	12,02	12,01	11,09	11,08	11,7
Формальдегід	0,245	0,345	0,445	0,545	0,645	0,745	0,845	0,945	0,245	0,345
Аміак	7,938	6,938	7,838	7,738	5,938	6,968	7,567	6,456	4,938	8,938
Сірководень	0,823	0,723	0,623	0,523	0,423	0,343	0,243	0,143	0,923	0,825
Свинець	0,071	0,070	0,072	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,078	0,079
Ізопентан	0,013	0,012	0,011	0,014	0,016	0,015	0,017	0,019	0,018	0,011

2. З переліку виключити домішки для яких відсутні значення $ГДК$.

3. Для основних домішок (пил, NO_2 , SO_2), що викидаються більшістю підприємств, на рис.1 за значеннями M та L визначити чи є перевищення $ГДК$ і проставити «+» або «-» у стовпчику 5 таблиці.

Таблиця 4.2

Домішка	M , тис. т/рік	$ГДК_{с.д.}$	$ГДК_{м.р.}$	Контроль за		$СП_{н1}$	$СП_{н2}$	Номер місця за		Сума місць
				$СП_{н1}$	$СП_{н2}$			$СП_{н1}$	$СП_{н2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пил неорганічний		0,15	0,5							
Ангідрид сірчистий		0,05	0,5							

Азоту діоксид		0,05	0,085						
Формальдегід		0,003	0,035						
Аміак		0,04	0,2						
Сірководень		0,006	0,03						
Свинець		0,0003	-						
Ізопентан		-	-						

- Для специфічних домішок, що надходять в атмосферу від поодиноких джерел розрахувати $M=M'P$, де $P=0,5$. З рис. 4.1 встановити за якими домішками необхідно встановити контроль. У стовпчику 5 таблиці проставити відповідні позначки.
- Розрахувати значення $СП_{H_2}$ для усіх домішок, що мають ГДК_{м.р.} (стовпчик 8) та порівняти ці значення з $СП_2$ з табл. 4.2 Для домішок, у яких $СП_{H_2} > СП_2$ проставити у стовпчику 6 таблиці відповідну позначку (+/-).
- Розрахувати індекс $СП_{H_1}$ для домішок з позначками «++», «-+» або «+-», результат занести у стовпчик 7 таблиці.
- За значеннями $СП_{H_1}$ встановити місця речовин у переліку і проставити значення у стовпчику 9, за значеннями $СП_{H_2}$ - у стовпчику 10.
- Визначити суму місць для кожної домішки і записати результат у стовпчику 11. Встановити номер місця у переліку для речовин, у яких відсутнє значення ГДК_{м.р.}
- Скласти остаточний пріоритетний перелік домішок для організації спостережень у місті.

Практична робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА КОМПЛЕКСОМ ОЗНАК (ХВОЇ, ПАГОНІВ, БРУНЬОК) У ХВОЙНИХ ДЕРЕВ

Мета роботи: встановити стан навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних деревах.

Теоретична частина:

Відомо, що на забруднення середовища найбільш сильно реагують хвойні деревні рослини. Характерними ознаками

неблагополуччя навколишнього середовища та особливо газового складу атмосфери слугує поява різного роду хлорозів і некрозів, зменшення розмірів низки органів (довжини хвої, пагони поточного року й минулих років, їх товщини, розміру шишок, скорочення величини і числа закладених бруньок), зменшення галузнення. Через менший ріст пагонів та хвої в довжину в забрудненій зоні спостерігається зближення відстані між хвоїнками (їх більше на 10 см пагона, ніж у чистій зоні). Спостерігається потовщення самої хвої, зменшується тривалість її життя (1 – 3 роки в забрудненій зоні та 6 – 7 років – в чистій). Вплив забруднення спричиняє також стерильність насіння (зменшення його схожості). Всі ці ознаки не специфічні, але в сукупності дають доволі об'єктивну картину.

Хвойні зручні тим, що можуть слугувати біоіндикаторами цілий рік. У лісознавстві давно розроблена оцінка стану навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних, при якій використовуються не тільки морфологічні ознаки, які досить мінливі, але і низка біохімічних змін.

Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на великих територіях. Хвойні – основні індикатори, які застосовувались для оцінювання стану лісів Європи. Їх використання також досить інформативне на малих територіях (наприклад, вплив автодороги на прилеглу зону, якщо вона примикає до хвойного лісу; стан навколишнього середовища в міських екосистемах різного рангу і характеру).

Матеріали й обладнання: ваги технохімічні; різноважки; лінійки; вимірювальні та прості лупи зі збільшенням в 4 – 10 разів; міліметровий папір; термостат; гілки одного виду хвойних, які проростають у міських посадках або в зоні впливу металургійних підприємств, ТЕС й ін.; гілки взяті у відносно чистій зоні позаміських територій.

Хід роботи

За завданням викладача, за тиждень до занять зріжете гілки умовно одновікових хвойних дерев, найбільш поширених у цій місцевості (наприклад, для міських умов – ялина звичайна і ялина голуба колюча). Гілки зрізають на висоті 2 м з певної частини крони, повернутої до зон із забрудненим повітрям (поблизу автодоріг, підприємств, особливо з викидами у повітря сірчистого газу, на який хвойні сильно реагують). Контролем слугують гілки з умовно

одновікових дерев, зібраних у чистій зоні заповідника, зеленій зоні міста або в посадках лісових культур.

Вивчення хвої. Хвою розгляньте за допомогою лупи, замалюйте виявлені хлорози, некрози кінчиків хвоїнок і всієї поверхні, їх відсоток та характер (точки, крапчастість, плямистість, мозаїчність). Найчастіше пошкоджуються дуже чутливі молоді голки. Колір пошкодження може бути дуже різним: червонувато-бурим, жовто-коричневим, буровато-сизим, і ці відтінки є інформативними якісними ознаками.

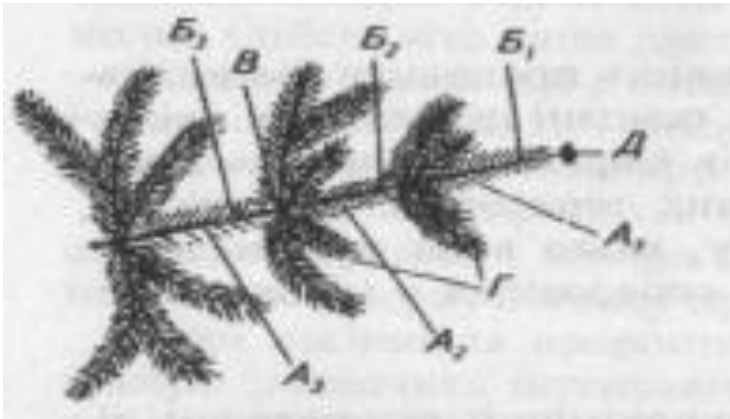


Рис.5.1. Частинки гілки хвойного дерева: А₁, А₂, А₃ – осьові пагони першого, другого та третього років; Б₁, Б₂, Б₃ – хвоя першого, другого та третього року; В – мутовка; Г – бокові пагони; Д – бруньки.

Виміряйте довжину хвої на пагоні минулого року, а також її ширину (в середині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи. Використовуйте міліметровий папір, установіть ціну поділки лупи. Повторність 10 – 20- кратна, оскільки біометричні ознаки доволі мінливі.

Установіть тривалість життя хвої шляхом огляду пагонів з хвою по мутовках. Обчисліть масу 1000 штук абсолютно сухих хвоїнок. Для цього відрахуйте 2 рази по 500 штук хвоїнок, їх висушіть у термостаті до абсолютно-сухого стану і зважте.

Зближення хвоїнок. У результаті погіршення росту пагона в забрудненій зоні пучки хвоїнок більш зближені та на 10 см пагона їх більше, ніж у чистій зоні. Якщо пагін менше ніж 10 см, підрахунок

проведіть по існуючій довжині й переведіть на 10 см. У всіх випадках вимірювань виведіть середнє. Дані занесіть у таблицю.

Результати вимірювань хвої

Місце відбору зразка	Довжина, мм	Ширина, мм	Тривалість життя, роки	Число хвоїнок на 10 см пагона, шт	Вага 1000 шт, г	Некрози	
						%	характер

Дослідження пагонів. Виміряйте довжину приросту кожного року, починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлах від року до року. Установіть товщину осьового пагона (на прикладі дворічного). У місцях мутовок підрахуйте розгалуження, виведіть середнє. На пагонах установіть наявність некротів (точкове чи іншої форми відмирання кори).

Дослідження бруньок. Підрахуйте число сформованих бруньок, вирахуйте середнє. Виміряйте довжину і товщину бруньок вимірювальною лупою. Дані, одержані в результаті досліджень пагонів та бруньок, занесіть до таблиці.

Результати вимірювань пагонів та бруньок

Місце збору	Пагони			Бруньки		
	Довжина осьових пагонів	Товщина осьових пагонів	Розгалуження, шт	Число, шт,	Довжина, мм	Товщина, мм

Практична робота № 6

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БІОГЕННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Мета роботи: встановити ступінь забрудненості водотоку біогенними елементами (NO_3), що виносяться з сільськогосподарських угідь

Теоретична частина:

Сільське господарство — один з потужніших водокористувачів по загальному та безповоротному водоспоживанню. Проте, разом зі

зворотними водами зрошувальних систем (дренажні та поверхневі стоки) у водні об'єкти надходить значна кількість мінеральних солей, добрив, пестицидів. Особливу загрозу для водних об'єктів становлять біогенні елементи, перш за все сполуки азоту, фосфору, збільшення концентрації яких прискорюють процес евтрофікації. У ряді регіонів України надходження до 80 % сполук азоту загального відносять на долю саме сільського господарства. Особливу загрозу представляють нітрати, які мають високу міграційну активність. Їх концентрація, що перевищує ГДК, призводить до тяжкого захворювання людини — ціанозу. За різних причин, тільки з поверхневими та дренажними стоками, у водойми та водотоки виноситься до 22 % сполук азоту від кількості, що вноситься на полях, і, навіть, за умов додержання всіх правил і нормативів внесення азотних добрив, з полів надходить до 10 % азоту.

Середня концентрація нітратів у водотоці після надходження до нього поверхневого та дренажного стоків, визначається за формулою (6.1):

$$C_{NO_3} = \frac{Q_s \cdot C_\phi + \sum C_{др} \cdot Q_{др} \cdot F + \sum C_{нов} \cdot Q_{нов} \cdot F}{Q_s + \sum Q_{др} \cdot F + \sum Q_{нов} \cdot F}, \quad (6.1)$$

де Q_s — витрата води водотоку на момент розрахунків, $\text{дм}^3/\text{с}$; C_ϕ — фонові концентрації нітратів у створі водотоку, $\text{мг}/\text{дм}^3$; $C_{др}$, $C_{нов}$ — концентрації нітратів відповідно у дренажному та поверхневому стоці з сільськогосподарських угідь, $\text{мг}/\text{дм}^3$; F — площа, що зрошується чи дренажується, га; $Q_{др}$, $Q_{нов}$ — модуль відповідно дренажного і поверхневого стоку, $\text{дм}^3/\text{доб} \cdot \text{га}$ (Значення дренажного модуля для конкретних масивів зрошення можна визначити за даними гідрогеолого-меліоративних експедицій. Він залежить від типу порід зони аерації, кліматичних умов, норм зрошення, геологічних та гідрогеологічних умов тощо. Наприклад, для пісків та суглинків значення дренажного модуля такі:

	<i>Весна</i>	Літо	Осінь	Зима
Суглинки	6 — 8	1 — 3	3 — 5	2 — 3
Піски	20 — 30	2 — 7	7 — 10	8 — 7

Приклад. Місто N має 500 га земель – зрошувальну систему — де використовується очищена стічна вода після загальноміських біологічних очисних споруд. Грунти, що зрошуються, мають підстилаючі породи з піску, який обумовлює високі значення дренажного модуля $10 \text{ м}^3/\text{доб}\cdot\text{га}$ та модуля поверхневого стоку $5 \text{ м}^3/\text{доб}\cdot\text{га}$. Концентрація нітратів у дренажному стоці на розрахунковий період (осінь) $38,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$, у поверхневому стоці — $25 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Фонова концентрація нітратів у р. Молочна, куди надходять вказані стоки, $7 \text{ мг}/\text{дм}^3$, об'ємна витрата води у річці на розрахунковий період — $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Визначити необхідність організації спеціальних водоохоронних заходів на ділянці скиду дренажних та поверхневих вод (всі показники взяті умовні).

Рішення. Середню концентрацію нітратів у річці в місті скиду визначаємо за формулою (6.1)

$$C_{\text{NO}_3} = \frac{500 \cdot 7 + \frac{10000}{24 \cdot 3600} \cdot 500 \cdot 38 + \frac{5000}{24 \cdot 3600} \cdot 500 \cdot 25}{500 + \frac{10000}{24 \cdot 3600} \cdot 500 + \frac{5000}{24 \cdot 3600} \cdot 500} =$$

$$= \frac{3500 + 2199,1 + 723,4}{500 + 57,87 + 28,93} = \frac{6422,4}{586,8} = 10,94 \text{ мг}/\text{л}.$$

Концентрація нітратів у річці на ділянці зрошення стічною водою перевищує значення ГДК на $0,94 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (при допустимій ГДК для водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$). Отже необхідно прийняти спеціальні водоохоронні заходи. Наприклад, для перехвату і очистки поверхневого стоку — протиерозійні заходи, такі як фітомеліорація схилів, що знаходяться вздовж річки; для знешкодження дренажного стоку — водоохоронні інженерні споруди та ін.

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані згідно варіанта.
2. Визначити середню концентрацію нітратів у річці в місті скиду зворотних вод за умов, наведених у табл. 6.1, та визначити необхідність додаткових природоохоронних заходів для зменшення забруднення водотоку від надходження поверхневого та дренажного стоку (прийняти фонову концентрацію нітратів у річці $C_{\phi}=5 \text{ мг}/\text{дм}^3$).

Таблиця 6.1

Вихідні дані

Показники	Остання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Витрата води, м ³ /с	0,5	0,4	0,05	0,3	0,1	0,2	0,5	0,4	0,05	0,1
Дренажний модуль, м ³ /доб·га	30	20	8	5	3	10	20	30	7	8
Поверхневий стік, м ³ /доб·га	5	10	6	7	9	8	4	3	5	6
Концентрація нітратів у дренажному стоці, мг/дм ³	80	30	50	90	70	30	50	60	70	15
Концентрація нітратів у поверхневих стоках, мг/дм ³	70	25	40	75	65	15	40	50	60	10
Площа зрошуваних земель, га	800	1200	700	600	1100	1000	950	600	1200	1300
Вид водокористування водотоку *	р/г	г/п	к/п	п/в	х/п	п/х	р/г	г/п	х/п	п/х

* р/г — водні об'єкти рибогосподарського призначення; г/п — господарсько-питного призначення; к/п — культурно-побутового призначення; п/в — вода для пивоварених підприємств; х/п — вода для потреб хімічної промисловості; п/х — вода питна для худоби.

Практична робота № 7

РОЗРАХУНОК КРАТНОСТІ РОЗВЕДЕННЯ СТИЧНИХ ВОД
ВОДАМИ РІЧКИ

Мета роботи: навчитися розраховувати кратність розведення стічних вод водами річки

Теоретична частина:

При проектуванні й санітарній експертизі умов випуску стічних вод у водотоки варто приділяти увагу достовірності використаних

гідрологічних даних і правильності визначення розрахункової витрати.

Ступінь повного розведення виражається кратністю розведення:

$$n = \frac{Q+q}{q} \quad (7.1)$$

де Q – витрата води, м³/с; q – витрата стічної води, м³/с.

Зазначена вище кратність розведення відповідає умові повного змішування стоку з водою водотоку. Однак це змішування настає не відразу.

У результаті руху водної маси плин у річці здобуває зигзагоподібного характеру, що й створює умови для змішування стічних вод з водами річки. Випуск стічних вод повинен, як правило, здійснюватися таким чином, щоб була забезпечена можливість найбільш повного змішування стічних вод з водою водотоку або водоймища в місці їхнього випуску. Однак доводиться зважати на той факт, що на деякій відстані нижче випуску стічних вод змішування не буде повним. Тому реальну кратність розведення в загальному випадку варто визначати за формулою:

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q} \quad (7.2)$$

де γ - коефіцієнт змішування.

Коефіцієнт змішування завжди менше одиниці до того місця повного перемішування, що знаходиться на деякій відстані вниз за течією від місця випуску стічних вод.

Розведення стічних вод у воді водотоку відбувається під впливом турбулентного руху води:

$$D = \frac{V_p \cdot H_p}{200} \quad (7.3)$$

де D – коефіцієнт турбулентної дифузії, V_p – швидкість течії річки, м/с;

H_p – глибина річки, в яку скидаються стічні води, м.

Коефіцієнт, що враховує вплив гідрологічних факторів змішування стічних вод розраховують за формулою (7.4):

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}$$

(7.4)

де φ – коефіцієнт звивистості річки; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця скидання стічних вод (у берега =1, на середині річки =1,5).

Відстань від місця випуску стічних вод до контрольного створу:

$$L = \left(\frac{2.3}{\alpha} \cdot \log \frac{\gamma \cdot Q + q}{(1-\gamma) \cdot q} \right)^3$$

(7.5)

де γ – коефіцієнт змішування стічних вод з водами річки ($\gamma = 0, 8-0,95$).

$$\gamma = \frac{1-\beta}{1+\frac{Q}{q} \cdot \beta}$$

(7.6)

β визначається за формулою:

$$\beta = \frac{1}{2,72 \alpha^3 \sqrt{L}} \quad (7.7)$$

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані згідно варіанта.
2. Розрахувати кратність розведення стічних вод водами річки.
3. Зробити висновки.

Вихідні дані

показники	Остання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q, \text{м}^3/\text{с}$	1,2	2,5	1,9	1,3	3	2	1,8	2,7	1,5	2,4
$Q_p, \text{м}^3/\text{с}$	3,5	3,6	4	3,2	3,3	3,7	4,2	4,1	3,9	3,1
$V_p, \text{м}/\text{с}$	2,4	2,1	2,7	2	1,9	3	2,8	1,7	2,6	3
$H_p, \text{м}$	27	3	3,1	2,2	1,8	1,9	2,3	2,42	2,7	2,9

Практична робота № 8

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ШИРИНИ ШУМОЗАХИСНОЇ ЗЕЛЕНОЇ СМУГИ

Мета роботи: навчитися визначати необхідну ширину шумозахисної зеленої смуги.

Теоретична частина:

Одним із ефективних способів зниження шуму на шляху його поширення є застосування захисних смуг озеленення. Захисні насадження в містах можуть використовуватись як самостійні засоби шумозахисту і разом з іншими інженерними шумозахисними спорудами. Спеціальні смуги зелених насаджень мають комплексний характер захисної дії - захист від шуму, вихлопних газів автотранспорту, абсорбція пилу та інших шкідливостей, що забруднюють повітря, покращання мікрокліматичних показників міського середовища, позитивна психологічна та естетична дія на населення. Все це значно підвищує соціальну значимість озеленення як містобудівного засобу шумозахисту.

Зниження рівня шумового забруднення довкілля при застосуванні захисних насаджень відбувається внаслідок таких явищ, як розсіювання, поглинання і дифракція звукових хвиль.

Зелену масу крон дерев, яка складається з листя різної конфігурації, щільності і орієнтації, можна розглядати як змінно-контрастне фізичне середовище, де безперервно міняються місцями акустично непрозорі і прозорі елементи середовища. Звукова енергія, потрапляючи з повітря в простір, заповнений кронами дерев, переходить в інше середовище - повітря листя, яке має здатність розсіювати і поглинати звукову енергію. Ці властивості проявляються помітніше із збільшенням щільності середовища. Зелені насадження щільної посадки з деяким наближенням можна розглядати як екранувальний бар'єр на шляху поширення звукових хвиль, як напівпрозорий екран, за яким утворюється звукова тінь.

Акустичний ефект зниження рівня звуку визначають такі фактори як ширина смуги, дендрологічний склад і конструкція посадок.

В сучасних містах існує гострий дефіцит міських територій, тому питання ширини смуг зелених насаджень має велике значення. Коефіцієнт послаблення звуку смугами зелених насаджень (зниження рівня звуку на 1 - м ширини лісосмуги) приймається рівним:

- 0,08 дБА/м - для декоративних лісосмуг з густим, крупним листям;
- 0,25 дБА/м - для щільних лісосмуг;
- 0,4 дБА/м - для спеціальних шумозахисних лісосмуг з щільним змиканням крон дерев і заповненням підкоронового простору чагарниками.

Частотна характеристика зниження рівнів звуку смугами зелених насаджень залежить від їх дендрологічного складу і щільності. При цьому найбільша ефективність зниження рівня звукового тиску проявляється в діапазоні високих частот, які є найбільш неприємними для сприйняття людським вухом і визначальними при формуванні загального рівня звуку. Ця властивість є характерною для листяних та для шпилькових порід, а також насаджень із змішаних порід. У шпилькових порід спостерігається активне зниження рівня звукового тиску також і на середніх частотах (500 Гц) і більш інтенсивне, ніж у інших, в діапазоні високих частот: Рівні низьких частот спектра транспортного шуму не підлягають помітному зниженню, проте під впливом смуг зелених насаджень ці шуми, сприймаються людським вухом не так різко внаслідок пом'якшення і деякої трансформації рівнів шуму деревно-

чагарниковими насадженнями. На частоті 500 Гц і вище спостерігається помітне активне поглинання рівнів звуку.

При виборі асортименту деревно-чагарникових порід необхідно враховувати цілий ряд факторів, які впливають, на умови росту зелених насаджень і, відповідно, на їх шумозахисну ефективність; Для спеціальних шумозахисних смуг слід підбирати одну-дві основні породи дерев, які швидко ростуть, є димогазостійкими і мають масивну крону.

Хід роботи:

Згідно діючому в світі та в Україні стандарту, рівень шуму, що створюється автотранспортом (акустична характеристика) визначається шумовимірником на відстані 7 м від першої (ближньої) до розрахункової точки смуги транспортного потоку.

Якщо такого пристрою немає, то для наближеного визначення рівня шуму на вказаній відстані (Y_7) можна скористатися формулою Орнатського, яка враховує фізичні закони поширення звукових хвиль в навколосемному просторі:

$$Y_7 = 46 + 11,8 \lg N + \sum n, \quad (8.1)$$

де N – інтенсивність руху транспортного потоку, авто/год; $\sum n$ – сума поправок, яка враховує відхилення умов від типових; поправки визначаються згідно формули:

$$\sum n = \pm X_N + X_V \pm X_i + X_{TP}, \quad (8.2)$$

де X_N – поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту в транспортному потоці (змінюється на + 1 дБ на кожні 10 % відхилення від 60 %-го співвідношення); X_V – поправка на відхилення швидкості руху (змінюється на + 1 дБ на кожні 10 % відхилення від 40 км/год); X_i – поправка на схил дороги (зростає на + 1 дБ на кожні 2 % схилу дороги), можна визначити по таблиці; X_{TP} – при наявності трамваю вповодж вулиці ця поправка складає + 3 дБ.

Далі треба розрахувати рівень шуму від автомагістралі на відстані, що нас цікавить (Y_n). Розрахунок проводиться за формулою Карагодіна:

$$Y_n = Y_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4, \quad (8.3)$$

де Y_n – рівень шуму від джерела на відстані, що цікавить (n метрів); Y_7 – рівень шуму на відстані 7 м від джерела; X_1 – зниження шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосфері; X_2 – зниження шуму під впливом земної поверхні; X_3 – зниження шуму під впливом зелених насаджень; X_4 – поглинаючий ефект будівель (умовно приймається за 25 дБ).

Наприклад, на відстані 100 м (P_{100}) рівень шуму знизиться на величину X_1 :

$$X_1 = 10 \cdot \lg \frac{P_{100}}{P_7} = 10 \cdot \lg \frac{100}{7} = 11,5 \quad (8.4)$$

де P_{100} – точка в 100 м від джерела; P_7 – точка в 7 м від джерела (тобто, нормативна точка вимірювання шумовимірювачем).

$$X_2 = K_n \cdot X_1, \quad (8.5)$$

де K_n – коефіцієнт поглинання шуму, який складає для асфальту 0,9, для відкритого ґрунту – 1, для газону – 1,1.

$$X_3 = K_z \cdot X_1, \quad (8.6)$$

де K_z – коефіцієнт зниження звукової енергії зеленими насадженнями, який складає 1,2 для смуги з двох рядів дерев з чагарником середньої щільності та шириною 6 м і 1,5 – для тієї ж смуги з чагарником і деревами, що мають висоту не менше 7 м і замкнені крони.

З практичних обставин в годину „пік” рівень шуму складає на відстані 7 м (Y_7) від краю дороги біля 80 дБ, а тому в нашому прикладі розрахований рівень шуму (Y_n) складе на відстані 100 м від дороги:

$$Y_{100} = 80 - 11,5 - 11,5 \cdot (0,9 + 1 + 1,1) - 11,5 \cdot 1,2 - 25 = 6,7 \text{ дБ.}$$

Отримана величина (6,7 дБ) не перебільшує на вказаній відстані допустимий в денні часи рівень шуму (35 дБ) поблизу житлових будинків (табл. 8.1). В протилежному випадку результати розрахунків можуть служити підставою для прийняття рішень щодо озеленення території та ін.

Таблиця 8.1

Допустимі рівні шуму на різних за характером територіях

Характер території	Допустимий рівень шуму, дБ	
	Денний час (з 7 ⁰⁰ до 23 ⁰⁰)	Нічний час (з 23 ⁰⁰ до 7 ⁰⁰)
Селітебна зона	55	45
Зони масового відпочинку та туризму	50	40
Санітарно-курортна зона	45	35
Заповідники	25	20
В житлових будинках, що розташовані поблизу транспортних магістралей	35	25

Таблиця 8.2

Поправка X_i на схил дороги, дБ

Схил вздовж дороги, %	Поправки X_i з урахуванням схилу дороги при даному внеску вантажівок та громадського транспорту (автобуси, трамваї, тролейбуси) в загальний транспортний потік, %						
	0	5	20	30	40	70	100
20	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
40	1,0	1,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
60	1,0	2,5	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
80	1,5	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
100	2,0	4,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0

Практична робота № 9**САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЗЕЛЕНИХ РОСЛИН
В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ**

Мета роботи: навчитися проводити санітарно-гігієнічну оцінку зелених рослин в населених пунктах

Теоретична частина:

Здатність зелених рослин поглинати з повітря ряд небезпечних для здоров'я людини речовини та виділяти кисень і бактерицидні речовини дозволяють розглядати насадження як важливий фактор покращення якості повітряного середовища в містах, а зелене будівництво – як засіб біологічного доочищення середовища від антропогенних забруднювачів.

Щоб зробити санітарно-гігієнічну оцінку насаджень, необхідно знати запас маси листя на деревах, площу зеленого покриття (тобто площу проекції крон дерев на поверхню ґрунту), питомі показники, що характеризують названі вище функції зелених рослин.

В залежності від поставленої мети та складу насадження, таку оцінку здійснюють для насадження певного породного складу, або для багатопородного насадження. В першому випадку необхідно скористатися характеристиками, наведеними в, а в другому — для зручності можна використати питомі показники “середньої породи”. Останні отримані шляхом усереднення характеристик (відомих з літератури) для багатьох порід дерев і чагарників, та були позначені як показники “середньопородного дерева” (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

*Питомі характеристики “середньопородного”
насадження*

Показник	Поглинання за вегетацію		Виділення за вегетацію	
	Границі	Середнє	Границі	Середнє
Вуглекислий газ, т/га	5–10	7,5		
Кисень, т/га			10–20	15
Випаровування води, т/га			2000–3000	2500
Пил, т/га	14–65	31,6		
Пил, кг/одне доросле дерево	16–38	30,0		
Сірчистий ангідрид, % від сухої маси листя	2,6–3,3	3,0		
Сірчистий ангідрид, г/кг сухого листя	10–150	62,6		
Фітонциди (леткі речовини), кг/га			200–500	350
Свинець, г/одне доросле дерево	90–110	100		

Примітка: в орієнтовних розрахунках сухої маси можна умовно прийняти за 20 % від вогкої маси свіжого листя.

Якщо на дослідній території є газони, то треба враховувати і їхню роль в покращенні якості середовища, а саме: 1 га зеленого газонного покриття за вегетацію виділяє від 10 до 12 тис.м³ кисню, затримує в 10 разів більше пилу, ніж деревинні насадження тієї ж площі.

Хід роботи:

Масу листя окремо взятого дерева визначають за допомогою рівняння М. Бабіча:

$$Y = -1,307 + 0,93X + 0,114X^2 + 0,01X^3, \quad (9.1)$$

де Y – маса листя, кг; X – діаметр стовбура на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту, см.

Рішення

В дослідному насадженні з 15-ти дерев обирають 5 середніх за висотою, товщиною стовбура та іншими морфометричними ознаками.

Для кожного з 5-ти “середніх” дерев розраховують масу листя та визначають площу, що займає їх крона. Показники заносять в табл. 9.2.

Таблиця 9.2

Характеристика деревного насадження

№№ дерев, що вибрані як “середні” для даного насадження	Діаметр стовбура, см	Запас фітомаси листя, кг		Площа крони, м ²
		Вологої	Сухої	
1				
2				
3				
4				
5				

Усереднений показник з 5-ти обслідуваних “середніх” дерев.

Для визначення абсолютно сухої зеленої маси однопорідного насадження можна скористатися показниками, наведеними в роботах О.Ватковського, т/га:

- насадження дубу: 5-річні — 0,65; 14–15-річні — 1,46–3,7; 30-річні — 2,45; 35–40-річні — 2,72–2,90; 70-річні — 2,75; 110-річні — 40;

- насадження гледичії та акації: 5-річні – 2,11; 10-річні – 2,2; 28-річні – 1,66; 43-річні – 2,02;

- ялинкові насадження: 15-річні – багаторічна хвоя – 1,9 (хвоя поточного року – 0,74); 30-річні – 18,9 (4,45); 80-річні – 15,7 (3,0);

- насадження сосни: 29-річні – багаторічна хвоя – 7,89 (хвоя поточного року – 2,17), 56-річні – 8,5 (2,45), 130-річні – 3,50 (1,20).

На підставі показників запасу вогкої маси листя, отриманих згідно рівняння М. Бабіча, а також показників площі крон дерев роблять перехід до кг/га насадження (табл. 9.2) і, користуючись питомими характеристиками (табл. 9.1), приступають до оцінки санітарно-гігієнічної характеристики насаджень, результати якої заносять в табл. 9.3.

Таблиця 9.3

Оцінка поглинання та виділення речовин деревними рослинами

Загальна площа насадження, га	Запас фітомаси листя, кг		Поглинання, кг/га				Виділення, кг/га		
	Вогка	Суха	Свинець	Пил	Вуглекислий газ	Сірчистий ангідрид	Кисень	Фітонциди	Волога

Отримані дані дозволяють також наочно продемонструвати неприпустимість спалювання пожовклого листя восени, під час якого фактично за декілька днів повертає в повітря велику кількість

шкідливих речовин, що накопичувалися рослинами протягом всього вегетаційного періоду (в середньому 150 діб).

Список використаної літератури

1. Войцицький А. П., Рибак М. Ф., Шваб С. Б. Екологічна стандартизація та нормування антропогенного навантаження на природне середовище: теоретичні основи і розрахунковий практикум : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. Житомир : Видавництво ЖДУ ім. І.Франка, 2009. 260 с.
2. Рома В. В., Степова О. В. Навчальний посібник для вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Полтава : ПолтНТУ, 2016. 117 с.
3. Порядок визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01#Text> (дата звернення: 20.08.2023).
4. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посібник / 5-те вид., випр. і доп. К. : Знання, 2007. 422 с.
5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». Постанова Верховної Ради України від 16 жовтня 1992 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення: 20.08.2023).
6. Зубик С. В. Техноекоекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища : навч. посібник. Львів : Орієна-Нова, 2007. 400 с.
7. Клименко М. О., Прищепка А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник - вид. 2-ге, допов. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023. 350 с.
8. Клименко М. О., Прищепка А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. К. : Видавничий центр «Академія», 2006. 360 с.
9. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології (захист атмосфери) : навч. посібник Ч.І. Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2005. 357 с.

10. Авраменко С. Х., Гуляев В. М., Волошин М. Д. «Екологія міських систем та основних виробництв промисловості. Приклади та задачі» : навч. посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. 420 с.
11. Методичні вказівки до практичних занять та виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Моніторинг довкілля та охорона навколишнього середовища» / уклад.: О. В. Булгакова. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, 2017. 25 с.