

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та індивідуальних завдань з курсу "Нормування антропогенного навантаження на природне середовище" для студентів спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання

Харків
НТУ «ХПІ»
2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та індивідуальних завдань з курсу "Нормування антропогенного навантаження на природне середовище" для студентів спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 13 від 10.05.2019 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2019

Методичні вказівки до практичних занять та індивідуальних завдань з курсу "Нормування антропогенного навантаження на природне середовище" для студентів спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання/Уклад.: Аверченко В.І., Самойленко Н.М., Баранова А.О. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 40с.

Укладачі: В. І. Аверченко

Н.М. Самойленко

А.О. Баранова

Кафедра хімічної техніки та промислової екології

ПЕРЕДМОВА

Нормування антропогенного навантаження на природне середовище – це вид діяльності з керуванням довкіллям, яке спрямоване на збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини від негативного впливу забруднень.

Мета практичних робіт з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» передбачає формування у студентів сучасного світогляду при вирішенні проблем захисту довкілля, розгляд правомірності поведінки суб'єктів екологічних правовідносин, а також вміння визначати ступінь ефективності тих чи інших екологічних заходів, які регулюють стосунки людини з природою. Серед несприятливих екологічних впливів найбільшу небезпеку для здоров'я людей становить забруднення продуктів харчування через токсичне отруєння ґрунтів пестицидами, важкими металами, радіоактивними речовинами; а також водних об'єктів, атмосферного повітря та інших об'єктів оточуючого середовища.

Студентам зі спеціальності «Екологія» необхідно вміти використовувати знання у галузі нормування антропогенного навантаження для збереження навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, володіти інформацією щодо стану довкілля та вирішувати задачі, які обґрунтовують вірні управлінські рішення.

Методичні вказівки дозволять студентам, які вивчають дану дисципліну, оволодіти знаннями та одержати навички щодо:

- екологічних показників забруднюючих речовин у елементах природного середовища;
- розрахунків і методик показників якості довкілля;
- нормування якості продуктів харчування;
- нормування впливу техногенних об'єктів на природне середовище.

Практична робота № 1. НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Мета практичної роботи: ознайомитись з основними положеннями щодо нормування якості продуктів харчування в Україні та навчитись практично визначати забрудненість харчових продуктів техногенними забруднюючими речовинами.

1. Основні теоретичні положення

Окрім біогенних забруднювачів їжі (антибіотики, гормональні препарати, міко токсини – метаболіти пліснявих грибів) існують і техногенні забруднювачі, до яких належать:

- нітрати, нітрити і нітросполуки;
- металічні сполуки;
- радіонукліди;
- пестициди та інші метаболіти;
- поліциклічні ароматичні вуглеводи і вуглеводи, що містять атоми хлору;
- діоксини та діоксиноподібні речовини.

Забруднення продуктів тваринного походження нітратами і нітритами є наслідком інтенсифікації рослинництва. Використання високих доз азотних добрив призводить до різкого збільшення нітратів у рослинних продуктах, підвищення їхнього вмісту в ґрунтових водах, відкритих водоймах, до забруднення атмосфери оксидами нітрогену. Високий рівень нітратів визначають у картоплі, буряку, деяких травах.

У молодих рослинах нітратів на 50 – 70% більше, ніж у зрілих; їхній вміст зростає ближче до кореня, наприклад, у листі білокачанної капусти нітратів на 60—70% менше, ніж у качані. Крім того, чинники, що гальмують процес фотосинтезу, також сприяють накопиченню нітратів, бо сповільнюють швидкість їх відновлення і включення до складу білків. Овочі, вирощені під плівкою чи в теплицях при нестачі світла, можуть мати підвищений вміст нітратів. Рослини, що здатні більш акумулювати нітрати не слід вирощувати в затемнених містах.

Основними джерелами у сировині та харчових продуктах, крім сполук, що вміщують нітроген, є нітратні харчові добавки, які вносять до м'ясних виробів для поліпшення їх органолептичних показників і пригнічення розмноження деяких патогенних мікроорганізмів. Вищий рівень нітратів і нітритів спостерігається у м'ясі великої рогатої худоби (печінка, нирки), ніж у свинині, баранині та м'ясі птиці.

Великі кількості нітратів небезпечні для здоров'я людини. Людина порівняно легко переносить дозу 150 – 200 мг нітратів за добу, 500 мг – гранично допустима доза, а 600 мг за добу – доза, токсична для дорослої людини. Для грудних дітей токсичною є доза 10 мг за добу. Нітрати в надмірних кількостях в організмі людини перетворюються в нітрити, які негативно

діють на гемоглобін крові. Також при цьому порушується діяльність ендокринної системи, серця тощо. В табл. 1 наведено максимально допустимі рівні нітратів у плодоовочевій продукції.

Таблиця 1 – Максимально допустимі рівні нітратів у плодоовочевій продукції

Продукція	Норма нітратів, мг/кг сирого продукту, за нітрат-йоном
Картопля рання/пізня	240/120
Капуста білоголова рання/пізня	800/400
Морква рання/пізня	600/300
Томати у ґрунті відкритому/захищеному	100/200
Огірки у ґрунті відкритому/захищеному	200/400
Буряки столові	1400
Цибуля ріпчаста	80
Цибуля-перо у ґрунті відкритому/захищеному	400/800
Зелені овочеві культури у ґрунті відкритому/захищеному	1500/3000
Перець солодкий у відкритому ґрунті	200
Кабачки у захищеному ґрунті	400
Кавуни, гарбузи, виноград, яблука, груші	60
Дині	90
Продукти дитячого харчування, консерви на фруктовій основі/на овочевій основі	50/100

З харчовими продуктами до організму людини надходить майже 70 важких металів, в основному мікроелементів. Налічується 20 токсичних важких металів, які характеризуються неоднаковою мірою токсичні та поділяються на три класи небезпечності:

- високої токсичності – кадмій, ртуть, нікель, свинець, кобальт, миш'як;
- помірної токсичності – мідь, цинк;
- інші токсичні важкі метали.

Свинець і кадмій потенційно канцерогенні. Харчові продукти і продовольча сировина а контролюється лише на вміст кадмію, міді, ртуті свинцю, цинку, олова, миш'яку і заліза. Норми вмісту цих металів у деяких продуктах наведено в таблиці 2.

Харчові продукти забруднюються також радіонуклідами. Розрізняють поверхнєве і структурне забруднення продуктів радіонуклідами. Під час поверхневого забруднення радіоактивні речовини, що переносяться повітряним середовищем, осідають на поверхні продуктів, частково проникаючи всередину рослинної тканини. Подібне забруднення легко видаляється навіть через кілька тижнів.

Таблиця 2 – Гранино допустима концентрація металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn	Sn	As
Овочі та картопля свіжі і свіжоморожені	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Фрукти та ягоди свіжі і свіжоморожені	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Гриби свіжі і консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20	-	0,2
Консерви овочеві у скляній, алюмінієвій, цільнотягнутій і металевій тарі	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Консерви овочеві у збірній металевій тарі	0,05	5	0,02	1	10	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні та соки в скляній, алюмінієвій, цільнотягнутій і металевій тарі	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Картопля, овочі сушені і концентровані	0,03	5	0,02	0,5	10	-	0,2
Фрукти, ягоди сушені і концентровані	0,03	5	0,02	0,4	10	-	0,2
Консерви для дитячого харчування на овочевій основі	0,02	5	0,01	0,3	10	-	0,2
Овоче-молочні, плодомолочні суміші	0,02	5	0,01	0,3	50	-	0,2

Структурне забруднення радіонуклідами зумовлено фізико-хімічними властивостями радіоактивних речовин, складом ґрунту, фізіологічними особливостями рослин. Радіонукліди, що випали на поверхні ґрунту, упродовж багатьох років залишаються в його верхньому шарі постійно мігруючи на кілька сантиметрів за рік у глибші шари. Це надалі приводить до їх накопичення в більшості рослин з добре розвинутою і глибокою кореневою системою. До організму людини радіоактивні забруднювачі потрапляють через ланцюги «рослина – людина» та «рослина – тварина – людина». В теперішній час основне дозове навантаження формують радіонукліди цезію – 137 та стронцію–90, довготривалі радіонукліди чорнобильського походження. Для дітей також небезпечним є йод – 131.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у деяких продуктах харчування наведені в табл.

3.

Для захисту культурних рослин від шкідливих організмів в сільському господарстві застосовують пестициди (близько 900 активних сполук, що входять до складу 60 тис. препаратів). Виділяють хлорорганічні пестициди (ХОП), фосфорорганічні сполуки (ФОС), карбонатні сполуки, неорганічні й органічні маловмісні пестициди та ін. Крім цих сполук, у харчових продуктах можуть бути знайдені поліциклічні ароматичні та хлоровмісні вуглеводні (ПАР). Так, бенз(а)пірен виявляють у продуктах, підсмажених на деревному вугіллі, а діоксини і діоксиноподібні речовини – у харчових продуктах тваринного походження.

Таблиця 3 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у харчових продуктах та питній воді

Продукти	Питома активність, Бк/кг, л
Допустимі рівні для цезію – 134/137	
Вода питна	4
Молоко, кисломолочні продукти, сметана, сир, масло вершкове	80
Молоко згущене та концентроване	800
Молоко сухе	850
М'ясо, птиця, риба, яйця, м'ясні та рибні продукти	200
Жири рослинні та тваринні, маргарин	185
Картопля, коренеплоди, овочі, столова зелень, садові фрукти та ягоди, консервовані продукти з овочів, садових фруктів та ягід, мед	60
Хліб і хлібопродукти, крупа, борошно, цукор	40
Свіжі дикоростучі ягоди, гриби	1480

Сухофрукти	1430
Сушені гриби та дикорослі ягоди, чай	7400
Спеціалізовані продукти дитячого харчування (всіх видів у готовому для споживання вигляді)	37
Лікарські рослини	740
Допустимі рівні для стронцію – 90	
Вода питна	1,85
Молоко натуральне та молокопродукти	1,85
Молоко сухе	3,7
Молоко згущене	18,5
Картопля	1,35
Хліб і хлібопродукти, крупа, борошно, цукор	0,4
Спеціалізовані продукти дитячого харчування (всіх видів у готовому для споживання вигляді)	0,037

2. Приклад виконання завдання.

Користуючись даними табл. 1 – 3, зробити висновок щодо наявності забруднення харчових продуктів нітратами, важкими металами та радіоактивними речовинами. За даними, наведеними у табл.4, визначити забрудненість продуктів шкідливими речовинами, які представлені у цій таблиці.

Таблиця 4 – Вміст забруднювачів у продуктах харчування

Продукти	Нітрати, мг/кг	Мідь, мг/кг	Цинк, мг/кг	Цезій, Бк/кг	Стронцій-90, Бк/кг
Картопля (рання)	315	3	5,6	75	-
Морква (рання)	580	2,5	4,0	45	-
Яблука	78	6,7	8,1	50	-
Сухофрукти	-	9,4	10,2	1200	-
Молоко згущене	-	-	-	590	19

Рішення.

Рівень вмісту нітратів у продуктах (картопля, морква та яблука) аналізується за допомогою табл. 1. Перевищення максимально допустимого значення спостерігається у картоплі (315 мг/кг при нормі вмісту нітратів 240 мг/кг) та яблуках (78 мг/кг при нормі вмісту нітратів 60 мг/кг).

Для аналізу забруднення важкими металами (у даному прикладі мідь та цинк) використовується табл.2. Визначається перевищення ГДК міді у яблуках (6,7 мг/кг при нормі вмісту міді 5 мг/кг) й сухофруктах (9,4 мг/кг при нормі вмісту міді 5 мг/кг,) та невелике перевищення ГДК цинку у сухофруктах (10,2 мг/кг при нормі вмісту цинку 10,2 мг/кг).

Для аналізу вмісту у харчових продуктах радіонуклідів використовується табл. 3. Згідно її даних можливо зробити висновок, що за цезієм-137 є перевищення допустимого рівня тільки у картоплі (75 Бк/кг при нормі радіонукліду 60 Бк/кг), а за стронцієм-90 – в молоці згущеному (19 Бк/кг при нормі радіонукліду 18,5 Бк/кг).

Відповідь: Забрудненими шкідливими речовинами є картопля (нітрати, цезій-137), яблука (нітрати, мідь), сухофрукти (мідь, цинк), молоко згущене (стронцій-90).

Контрольні питання.

1. Які основні речовини-забруднювачі негативно впливають на якість продуктів харчування?
2. В чому проявляється шкідлива дія на здоров'я людини забруднюючих речовин?
3. Як проявляються особливості забруднення ґрунту радіонуклідами?

Практична робота № 2. ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ.

Мета практичної роботи: ознайомитись з нормативними положеннями оцінки небезпеки від забруднення ґрунту та опанувати методику розрахунку основного показника забрудненості ґрунтів.

1. Основні теоретичні положення

Принцип нормування вмісту хімічних сполук в ґрунті заснований на припущенні, що надходження цих сполук в організм біологічних істот, а переважно в організм людини і тварин, відбувається через контактуючі з ґрунтом середовища. Для визначення допустимого рівня забруднення ґрунту було встановлено норматив ГДК_{ґр} для орного шару ґрунту. Він розроблений для речовин, які можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції, а також продуктів харчування рослинного походження.

Крім того, оцінюється санітарний стан ґрунту за хімічними, ентомологічними (чисельність комах), гельмінтологічними (чисельність гельмінтів) та бактеріологічними (мікроорганізми, які викликають захворювання людини та домашніх тварин) показниками.

За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунт розташовуються в такій послідовності:

- пестициди та їх метаболіти;
- важкі метали;
- мікроелементи;
- нафтопродукти;
- сірчисті сполуки;
- речовини органічного синтезу та ін.

Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 1

2. Методика розрахунку показника забрудненості

Оскільки ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів.

Сумарний показник забрудненості ґрунтів Z_c визначається за формулою:

$$Z_c = (\sum_{i=1}^n K_{Ci}) - (n - 1), \quad (1.1)$$

Табл. 1 – Значення ГДК хімічних речовин в ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг	Назва речовини	ГДК, мг/кг
Метали		Неорганічні сполуки	
Ванадій	150	Нітрати	130
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Миш'як	20
Марганець		Сірководень	0,4
pH=4	700	Фосфор	200
pH=5,1-5,9	300	Фториди	10
pH=6	400	Ароматичні:	
Мідь (рухлива форма)	500	Бензол	0,3
Нікель	3,0	Ізопропилбензол	0,5
Ртуть	4,0	Ксилоли	0,3
Свинець	2,1	Стирол	0,1
Свинець (рухлива форма)	32	Толуол	0,3
Хром	6,0	Добрива та ПАР	
Цинк	23	Рідкі комплексні	80
		Азотно-калійні	120
		Поверхнево активні	0,2

де K_C – коефіцієнт концентрації /-того хімічного елементу в пробі ґрунту;

n – кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації K_C розраховується за формулою:

$$K_C = \frac{C}{C_{\phi}} \text{ або } K_C = \frac{C}{ГДК}, \quad (1.2)$$

де C – реальний вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;

C_{ϕ} – фоновий вміст визначеного хімічного елементу в ґрунті, мг/кг;

$ГДК$ – гранична допустима концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

Оцінка небезпечності забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів за показником Z_c виконується за оціночною шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2 – Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним

показником Z_c

Категорія забруднення ґрунту	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16 – 32	Підвищення загального рівня захворюваності.
Небезпечна	32 – 128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості дітей, що хворіють, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи.
Дуже небезпечна	>128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофії немовлят).

3. Приклад виконання завдання

Завдання. Розрахувати сумарний показник забруднення ґрунтів та, користуючись табл.2, визначити категорію забрудненості ґрунту. Ґрунт в населеному пункті одночасно забруднений кількома хімічними інгредієнтами, їх концентрація (мг/кг) становить: нітрати – 390, фториди – 67, суперфосфат – 290, миш'як – 18.

Рішення

Сумарний показник забруднення ґрунтів хімічними інгредієнтами розраховується за формулою (1.1):

$$Z_c = \frac{390}{130} + \frac{290}{200} + \frac{67}{10} + \frac{18}{20} - (4 - 1) = 11,225$$

При $Z_c \leq 16$ категорія забруднення ґрунту допустима.

Відповідь. Показник забруднення ґрунту дорівнює 11,225; категорія забруднення в населеному пункті – допустима. Такий показник відповідає найнижчому рівню захворюваності дітей та мінімуму функціональних відхилень у дорослого населення.

Контрольні питання.

1. Які нормативи розроблені для визначення допустимого рівня забруднення ґрунту?
2. По яким показникам оцінюється санітарний стан ґрунтів?
3. В якій послідовності розташовуються хімічні речовини, які потрапляють в ґрунти, за ступенем шкідливості.

Практична робота № 3. ДІАГНОСТИКА СТАНУ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ, ПОШКОДЖЕНИХ ТЕХНОГЕННИМ ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРИ.

Мета практичної роботи: вивчити особливості негативного впливу техногенного забруднення атмосфери на стан деревостану лісу та ознайомитись з визначенням ступеню пошкоджуваності лісових насаджень.

1. Основні теоретичні положення

Пошкоджуваність зелених насаджень залежить від їх якісних і кількісних характеристик. Найбільш токсичними для деревної рослинності є: сірчистий ангідрид, сполуки ртуті, оксиди азоту, аміак, пари сульфатної кислоти та ін.. При надходженні їх в атмосферу відзначається не тільки забруднення приземного шару, але і підстилаючої поверхні, опадів, ґрунту.

Залежно від концентрації токсикантів і періодів впливу спостерігається два види пошкоджень: **гострий та хронічний**. **Гострий тип** ушкоджень відзначається при короткочасному впливі високих концентрацій токсикантів. Всихання йде швидко, наслідки катастрофічні. Менш небезпечний **хронічний тип** пошкодження, викликаний тривалим впливом низьких концентрацій, але більш шкідливий за рахунок накопичення забруднюючих речовин у листках і хвої. Для деревної рослинності в такому випадку характерний передчасний опад, зменшення якості хвої і листви крон, всихання дерев.

Стабільність лісових насаджень, їх здатність протистояти впливу забруднень визначається також структурою деревостану (склад, будова, вік дерев). Найбільш стійкі змішані, складні, високощільні деревостани з листяних порід. Особливо чутливі до техногенних забруднень чисті соснові і ялинові деревостани.

Негативно впливає на деревостан сильне виверження лісового полог, так як при цьому забруднені повітряні потоки безперешкодно проникають всередину лісового масиву.

Надмірна зрідженість змінює світловий режим нижніх ярусів біоценозу, що призводить до збільшення покриття трав'яного покриву за рахунок нелісових видів і до переходу в степну зону, а також засміченню в степовій зоні, задернінню та засміченню живого приґрунтового покриву в лісовій зоні.

Пошкоджуваність залежить від віку дерев. Чим старіші лісові насадження або вільно зростаючі дерева, тим вище ступінь їх пошкоджуваності.

Різні породи мають різну ступінь стійкості до фіто токсикантів. Головна умова стійкості зелених насаджень – відповідність умов місця зростання біології деревної породи.

Наприклад, в степовій зоні вимогливі до вологи та ґрунту газостійкі деревні породи на бідних, сухих ґрунтах приречені на загибель.

В зонах усихаючих та сильно ослаблених деревостанів не слід висаджувати соснові і ялинові, до більш підходящих порід відноситься дуб, липа, береза, клен, вільха.

Для степової зони стійкими породами є акація, береза, в'яз, дуб, клен, а для лісостепової зони - акація, тополя, дуб, вільха.

Пошкоджуваність дерев визначається за модифікованою шкалою стану дерев:

I - здорові дерева без ознак пошкоджень;

II - ослаблені дерева, в яких пошкоджена, всохла або відсутня до третини хвоя (листя);

III - сильно ослаблені, в яких пошкоджено, всохло або відсутнє до двох третин хвої (листя), а також сухо вершинні;

IV – усихаючи дерева з жовтіючим або блідо-зеленим листям (хвою), в яких пошкоджено, всохло або відсутнє понад двох третин хвої (листя);

V - свіжі сухостої – дерева, які усохли в поточному році, з сухою хвою (листя) або без неї;

VI - старі сухостої - дерева, що усохли в минулому році, без хвої, частково або повністю позбавлені кори (відшаровується).

Ступінь пошкоджуваності деревостанів характеризується індексом стану, який визначається **для чистих деревостанів:**

$$I_c = \frac{k_1 \cdot n_1 + k_2 \cdot n_2 + \dots + k_6 \cdot n_6}{N},$$

де I_c –індекс стану деревостою;

$k_1 - k_6$ - категорія стану дерев (I-IV), приймається від 1 до 6;

$n_1 - n_6$ –число дерев даної категорії стану;

N – загальне число дерев на пробній площі;

для змішаних деревостанів:

$$I_c = \frac{k_1(n_a + n_b + \dots + n_i) + k_2(n_a + n_b + \dots + n_i) + \dots + k_6(n_a + n_b + \dots + n_i)}{N}$$

$n_a - n_i$ – число дерев різних порід однієї категорії стану.

Виділення зон ушкодження і оцінка санітарного стану здійснюється згідно з таблицею 1.

У районі промислових виробництв виділені такі зони пошкодження лісових насаджень:

Табл.1– Шкала оцінки стану і виділення зон ушкодження деревостану

Індекс стану, I_c	Відсоток поточного середнього радіального приросту від контролю, % r_d	Ступінь пошкодження	Санітарний стан дерев	Середня категорія стану	Зона пошкодження
1-1,50	100	відсутня	здорові	1	-
1,51-2,50	71-100	слабка	ослаблені	2	III
2,51-3,50	40-70	середня	сильно ослаблені	3	II
3,51-4,50	40	сильна	усихаючі	4	I
4,51-6,0	0	дуже сильна	мертві	5	Ia

I - зона усихаючих насаджень (в лісовій зоні радіус до 7 км від джерела забруднення, в степовій - до 2 км);

II - зона сильно ослаблених насаджень (в лісовій зоні до 10 км, степовій - 5 км);

III - зона ослаблених насаджень (лісова зона - до 15 км, степова - до 7 км);

IV - зона насаджень, що знаходяться під загрозою можливих пошкоджень, у дерев відсутні візуальні ушкодження.

Ці зони - основа для короткострокового і середнього за тривалістю планування лісогосподарських заходів.

Стан лісових насаджень в зоні техногенного забруднення атмосфери змінюється. При хронічному типі ушкодження стан деревостанів погіршується порівняно повільно, як правило, протягом року індекс стану збільшується лише на 0,1 - 0,5 од.

В той же час при гострому пошкодженні або спів паданні негативного впливу низьких концентрацій токсикантів та інших негативних факторів (засуха, сильні морози) процес всихання надзвичайно прискорюється.

Сильне погіршення стану деревостанів призводить до значної зміни площ та меж зон ушкоджень. У зв'язку з цим в районі забруднення атмосфери повинен здійснюватися постійний контроль за станом зелених насаджень. Інвентаризація лісових насаджень при

хронічному типі ушкоджень повинна проводитися через 2-3 роки, при гострій або синергетичній дії декількох негативних факторів – через рік.

2. Приклади вирішення завдань

Завдання 1. Із загальної кількості 100 дерев 25 без зовнішніх ознак пошкодження, 20 ослаблених, 31 сильно ослаблених, 10 усихаючих, 5 свіжих та 9 старого сухостою.

Визначити санітарний стан і ступінь пошкодження деревостану.

Рішення

Індекс стану деревостою складає:

$$I_c = \frac{1 \cdot 25 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 31 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 5 + 6 \cdot 9}{100} = 2,79$$

Висновок: санітарний стан дерев сильно ослаблений, ступінь пошкодження – середній, зона пошкодження II (див. табл. 1).

Завдання 2. Експертна комісія проаналізувала стан лісового масиву площею 400 м². Середня щільність розподілу дерев різних порід 0,5 на 1 м². Стан дерев різних порід наведено в таблиці 2. Визначити санітарний стан і ступінь ураження деревного масиву промисловими викидами.

Таблиця 2- Стан дерев різних порід

№ кат.	Дуб	Клен	Липа	Каштан	Горіх
1	5	2	2	5	2
2	5	5	6	3	5
3	8	3	6	15	5
4	12	4	11	7	4
5	10	6	8	15	2
6	4	6	9	15	10

Рішення

$$I_c = \frac{1(5 + 2 + 2 + 5 + 2) + 2(5 + 5 + 6 + 3 + 5) + 3(8 + 3 + 6 + 15 + 5) + 4(12 + 4 + 11 + 7 + 4)}{200} + \frac{5(10 + 6 + 8 + 15 + 2) + 6(4 + 6 + 9 + 15 + 10)}{200} = \frac{16 + 48 + 111 + 152 + 205 + 264}{200} = 3,98$$

Висновок: Ступінь пошкодження деревного масиву сильна, санітарний стан дерев такий, що всихає, зона пошкодження відноситься до першої групи.

Контрольні питання.

1. Які пошкодження деревостанів лісу викликає техногенне забруднення атмосфери?
2. Як визначається пошкоджуваність дерев за модифікованою шкалою?
3. В чому полягає особливість визначення індексу стану пошкоджуваності деревостанів?

Практична робота №4. ВИЗНАЧЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ.

Мета роботи: оволодіти основами визначення шумового забруднення для різних за видом територій та розробки рекомендацій по шумозахисту.

1. Теоретичні та методичні положення

Відповідно з діючим у світі та Україні стандартом, рівень шуму, який утворюється від автотранспорту (акустична характеристика) визначається шумоміром на відстані 7 м від першої (найближчої) до розрахункової точки смуги транспортного потоку.

Рівень шуму від автомагістралі на відстані, яка цікавить (V_n), визначається за допомогою формули Карагодіна:

$$V_n = V_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4 ,$$

де V_n – рівень шуму від джерела на відстані, яка цікавить (n метрів);

V_7 – рівень шуму на відстані 7 м від джерела;

X_1 – зниження шуму внаслідок розповсюдження 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 (приймається 25 дБ).

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

$$X_1 = 10 \cdot \lg \left(\frac{P_{100}}{P_7} \right) = 10 \cdot \lg \left(\frac{100}{7} \right) = 11,5;$$

де P_{100} – точка на відстані 100м від джерела;

P_7 – точка на відстані 7м від джерела (тобто, нормативна точка вимірювання шумоміром).

$$X_2 = K_n \cdot X_1,$$

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

$$X_3 = K_3 \cdot X_1,$$

де K_3 – коефіцієнт зниження акустичного навантаження зеленими насадженнями, який дорівнює 1,2 для смуги з двох рядів дерев з чагарником середньої щільності та шириною 6 м та 1,5м для тієї ж смуги з чагарником та деревами, що мають висоту не менше 7м та крони яких вже зімкнулись.

В години «пік» рівень шуму на відстані 7 м (V_7) від краю дороги складає близько 80 дБ, тому для даного прикладу рівень шуму на відстані 100м від краю дороги буде складати:

$$V_{100} = 80 - 11,5 - 11,5 - 13,8 - 25 = 18,2\text{дБ}$$

Отримане значення (18,2дБ) не перевищує на вказаній відстані допустимий в денні години рівень шуму (35дБ) поблизу житлових будинків (табл.1). Якщо шумове забруднення вище допустимого, то результати розрахунків можуть бути підставою для прийняття рішень по озелененню території чи впровадженню інших шумозахисних заходів.

Таблиця 1 Допустимі рівні шуму в приміщеннях житлових і громадських будинків та на території житлової забудови

№	Призначення приміщень та територій	Час доби	Рівні звуку, дБА	Критерії шуму NC
1.	Торговельні зали магазинів, пасажирські зали аеропортів і вокзалів, приймальні пункти підприємств побутового обслуговування	цілодобово	60	50
2.	Адміністративні приміщення	цілодобово	45	35
3.	Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій,	день ніч	55 45	45 35
4.	Майданчики відпочинку на території мікрорайонів і груп житлових будинків, котеджів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків	цілодобово	45	35
5.	Території, які безпосередньо прилягають до магазинів, торгових центрів, пасажирських залів аеропортів, вокзалів, приймальних пунктів підприємств	цілодобово	70	60
6.	Лекційні та класні приміщення, учбові кабінети, кімнати викладачів, конференц-зали, аудиторії	цілодобово	40	30

Де NC- Набір рівнів звукового тиску в октавних смугах у вигляді кривих.

Таблиця 2 - Поправка X_i на нахил дороги, дБ

Нахил дороги, %	Поправка X_i з урахуванням нахилу дороги з вкладом вантажних автомобілів та громадського транспорту (автобуси, трамваї, тролейбуси) в загальний та 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

Якщо шумоміра немає, то для приблизного визначення рівня шуму на вказаній відстані (V_7) використовують формулу Орнатського, яка враховує фізичні закони розповсюдження звукових хвиль у навколосемному просторі.

$$V_7 = 46 + 11,8 \lg N + \sum n,$$

де N – інтенсивність руху транспортного потоку, авто/год;

$\sum n$ – сума поправок, яка враховує відхилення умов від типових; поправки визначаються за формулою:

$$\sum n = \pm X_n + X_v + X_i + X_{тр},$$

де X_n – поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту в транспортному потоці (збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 60% співвідношення);

X_v – поправка на відхилення швидкості руху (збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 40 км/год);

X_i – поправка на нахил дороги (збільшується на 1 дБ на кожні 2% нахилу дороги), можливо визначити за табл.2;

$X_{\text{тр}}$ – при наявності трамвая вздовж вулиці ця поправка складає +3дБ.

Таблиця 3 - Допустимі рівні шуму на різних по характеру 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
Зона масового відпочинку та туризму	50	40
Санітарно-курортна зона	45	35
Заповідники	25	20
Житлові будинки, що розміщені поблизу транспортних магістралей	35	25

2. Приклад вирішення задачі

Для селітебної зони в денний час розрахувати рівень шуму від автомагістралі на відстані 100 м, якщо рівень шуму складає на відстані 7 м (V_7) від краю дороги 80дБ, врахувати ґрунт, лісосмугу з двох рядів дерев з чагарником середньої щільності та шириною 6 м, а також наявність забудов.

Рішення

Рівень шуму від автомагістралі на відстані, що цікавить (V_{100}), розраховується за допомогою формули Карагодіна:

$$V_{100} = V_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4$$

$$V_7 = 80\text{дБ};$$

$$X_1 = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_{100}}{P_7}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{100}{7}\right) = 11,5;$$

$$X_2 = K_n \cdot X_1, K_n = 1(\text{ґрунт}), X_2 = 1 \cdot 11,5 = 11,5;$$

$$X_3 = K_3 \cdot X_1, K_3 = 1,2, X_3 = 1,2 \cdot 11,5 = 13,8;$$

$$X_4 = 25\text{дБ}$$

$$V_{100} = 80 - 11,5 - 11,5 - 13,8 - 25 = 18,2\text{дБ}$$

За таблицею 2 для селітебної зони допустимий рівень шуму в денний час складає 55 дБ. Розраховане значення рівню шуму – 18,2дБ, що не перевищує нормоване значення.(табл.3)

Відповідь. Рівень шуму від автомагістралі на відстані 100 м складає 18,2дБ, що не перевищує показники для автомагістралі для даної відстані.

Контрольні питання.

1. Які методи використовують для виміру шуму?
2. Від яких факторів залежить зменшення рівня шуму на магістралях?
3. Які заходи рекомендуються для зниження шуму?

Практична робота №5. ДОСЛІДЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОЇ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОДОЙМ.

Мета роботи: ознайомитись з основними теоретичними положеннями щодо антропогенного впливу на евтрофікацію водойм та опанувати розрахунком ступеню евтрофікації природної водойми.

1.Основні теоретичні положення

Евтрофікація водойм – це збільшення первинної продуктивності водойм при підвищенні концентрації у воді біогенних елементів, переважно сполук фосфору і азоту.

«Цвітіння води» обумовлюють синьо-зелені водорості (ціанобактерії) і планктонні водорості: мікроцистіс, анабена, евглена зелена, хламідомонада і т.інш., які є індикаторами евтрофікації.

Відмирання водоростей і подальше гниття викликає зниження рівня кисню у воді, гіпоксичні умови та загибель гідробіонтів.

Масове розмноження водоростей внаслідок діяльності людини (скидання стічних вод, поверхневий стік з сільськогосподарських угідь, надходження біогенних елементів з повітря) змінює не тільки хімічний склад води і біологічне різноманіття видів, але й зумовлює зменшення прозорості води і температурний режим водойм.

Для того, щоб встановити ступінь евтрофікації водойми, визначають прозорість води. Її виражають у сантиметрах або метрах водяного стовпа, через який видно лінії товщиною 1 мм, що утворюють хрест (по «хресту») або шрифт. Для визначення прозорості води використовують диск Секкі (рис. 1) – металевий диск діаметром 20 см, розділений на 4 сектори, два з яких пофарбовані в чорний, а два - в білий колір, з'єднаний з тросом, що має позначення.

Диск занурюють у воду і фіксують за допомогою позначень на тросі, глибину, на якій ще видно диск (рис.1).

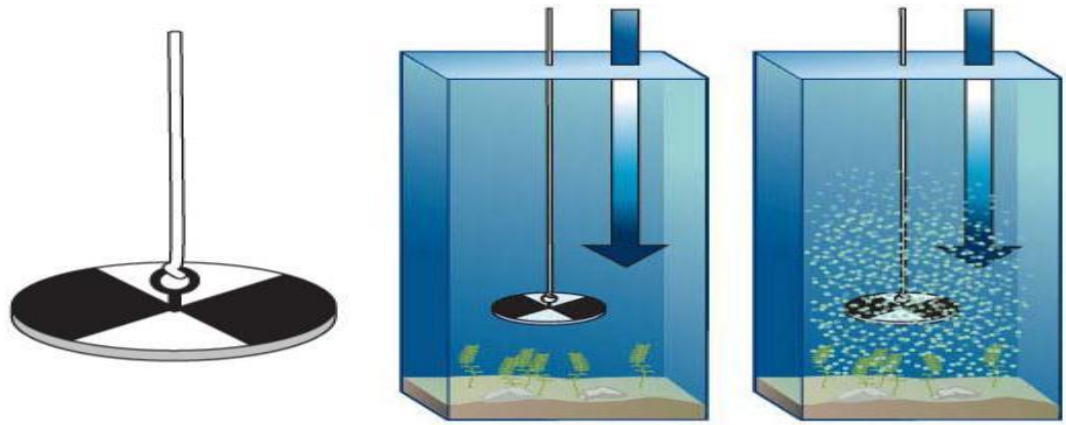


Рис.1 Металевий диск Секкі

Концентрація фітопланктону пов'язана з прозорістю води H наступною залежністю:

$$H = \frac{2}{0,04 + 0,158 \cdot \sqrt[3]{C_{\text{фіт}}^2}}$$

Звідси:

$$C_{\text{фіт}} = \frac{\sqrt{(2/H - 0,04)^3}}{0,158},$$

де $C_{\text{фіт}}$ – волога концентрація фітопланктону, мг/л;

H – прозорість води згідно з диском Секкі, м.

Якщо величина $C_{\text{фіт}}$ перевищує 5 – 6 мг/л, то це вказує на антропогенну евтрофікацію водойм. В такому випадку необхідно визначити частку антропогенного чинника.

Підставляючи значення прозорості в наступне рівняння, визначають масу $C_{\text{сест}}$ (все, що зависає в воді, організми планктону, їх залишки, або детрит; органічні частки аллохтонного походження, тобто ті, що потрапили в водойму ззовні, завдяки винесенню з ґрунтів і скиданню стічних вод):

$$C_{\text{сест}} = 6,03 \cdot H - 0,932 \text{ мг/л}$$

Порівняння маси фітопланктону і сестона надає можливості відрізнити евтрофікацію водойм від забруднення його алохотонними зваженими частинками.

2. Приклади вирішення задач

Задача 1. Визначити ступінь евтрофікації річки, якщо її прозорість становить 0,5 м. Яка частка біогенних елементів природного походження і частинок, що потрапили у воду ззовні?

$$C_{\text{фіт}} = \frac{\sqrt{(2/0,5 - 0,04)^3}}{0,158} = 43,23 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{сест}} = 6,03 \cdot H - 0,932 = 6,03 \cdot 2 - 0,932 = 2,083 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Тоді концентрація водоростей, як природного фактора евтрофікації $C_{\text{біом}}$, складе:

$$C_{\text{біом}} = C_{\text{фіт}} - C_{\text{сест}} = 43,23 - 2,083 = 41,147 \text{ мг / л}$$

Висновок. Концентрація водоростей, властивих даному водойму і таких що приводить до цвітіння води, із загальної концентрації в 43,23 мг/л, становить 41,147 мг/л. Це свідчить про явний внесок факторів антропогенного характеру, таких, як привнесення біогенних елементів з дощовим стоком, скиданням стічних вод і т.п.

Задача 2. Визначити ступінь евтрофікації річки, якщо її прозорість становить 1 м. Яка частка біогенних елементів природного походження і частинок, що потрапили у воду ззовні?

$$C_{\text{фіт}} = \frac{\sqrt{(2/1 - 0,04)^3}}{0,158} = 43,7 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{сест}} = 6,03 \cdot H - 0,932 = 6,03 \cdot 1 - 0,932 = 5,1 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Тоді концентрація водоростей як природного фактора евтрофікації складе:

$$C_{\text{біом}} = C_{\text{фіт}} - C_{\text{сест}} = 43,7 - 5,1 = 38,6 \text{ мг / л}$$

Контрольні питання.

1. Які чинники впливають на евтрофікацію водойм?
2. Якими методами користуються дослідники при вивченні забруднення водних ресурсів?
3. Як розраховується ступінь евтрофікації річки при різних показниках прозорості?

Практична робота №6. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ БІОГЕННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОЛІВ.

Мета роботи: проаналізувати забруднення природної водойми нітратами та запропонувати природоохоронні заходи по зниженню надходження у природні води біогенних забруднювачів.

1. Основні теоретичні положення

Сільське господарство – ведучий водоспоживач серед галузей народного господарства за загальним та незворотним вилученням води. Разом зі зворотними водами зрошувальних систем (дренажним та поверхневим стоком) у водні об'єкти надходить значна кількість мінеральних солей, залишків добрив та пестицидів. Особливу загрозу для водних об'єктів

представляють біогенні елементи (фосфор, азот та їх з'єднання), збільшення концентрацій яких у воді прискорює евтрофування озер та водосховищ.

Середня концентрація нітратів C_{NO_3} у водоприймачі після надходження в нього поверхневого та дренажного стоку складає (мг/л):

$$C_{NO_3} = \frac{Q_p \cdot C_p + \sum Q_{др} \cdot C_{др} \cdot F_1 + \sum Q_{пов} \cdot C_{пов} \cdot F_2}{Q_p + \sum Q_{др} \cdot F_{заг} + \sum Q_{пов} \cdot F},$$

де Q_p – витрати води у водоприймачі за розрахунковий період, в л/с;

C_p – фонові концентрації нітратів в воді водоприймача в створі перед ділянкою зрошення (осушення), мг/л;

$C_{др}$, $C_{пов}$ – відповідно концентрації нітратів в дренажному та поверхневому стоках в сільськогосподарських угіддях, мг/л;

F – зрошувальна (дренована) площа, га;

$Q_{др}$, $Q_{пов}$ – модуль відповідно дренажного та поверхневого стоку, л/с · га.

Значення дренажного модулю для конкретних масивів зрошування визначається за даними гідролога меліоративних експедицій; воно залежить від типу порід ґрунту аерації, кліматичних умов, норм зрошування та рельєфу. Орієнтовані значення дренажного модулю в залежності від пори року та типу ґрунту наведені у таблиці 1. ГДК для водойм господарсько – питного призначення складає 40мг/л.

Таблиця 1 – Дренажний модуль, м³/діб·га

	Весна	Літо	Осінь	Зима
Суглинки	6-8	1-3	3-5	2-3
Піски	20-30	2-7	7-10	3-7

1. Приклади вирішення задач

Задача 1. Фермерське господарство «Світанок» має масив зрошування площею 600 га. Дренажний модуль масиву зрошування – 3 м³/діб·га. Модуль поверхневого стоку – 12 м³/діб·га. Концентрація нітратів у дренажному стоці на першій ділянці площею 200 га складає 25 мг/л, на другій ділянці площею 400 га – 20 мг/л. В поверхневому стоці концентрація, відповідно по ділянкам, дорівнює: на першій – 5 мг/л, на другій – 3 мг/л. Фонова концентрація нітратів у р. Швидка перед створом складає 3 мг/л, витрати води – 2 м³/с. Визначити середню концентрацію нітратів в річці на ділянці виносу з масивів зрошування.

Рішення.

Необхідно перевести дренажний модуль та модуль поверхневого стоку з розмірності м³/діб·га в розмірність л/с·га. Так, $3 \text{ м}^3/\text{діб} \cdot \text{га} = 3 \cdot \frac{1000}{86400} = 0,035 \text{ л/с} \cdot \text{га}$ та $12 \text{ л/с} \cdot \text{га} = 12 \cdot \frac{1000}{86400} = \frac{0,139 \text{ л}}{\text{с}} \cdot \text{га}$.

$$C_{NO_3} = \frac{2000 \cdot 3 + 0,035(25 \cdot 200 + 20 \cdot 400) + 0,139(5 \cdot 200 + 3 \cdot 400)}{2000 + 0,035 \cdot 600 + 0,139 \cdot 600} = 3,2 \text{ мг/л}$$

Висновок. Середня концентрація нітратів не набагато перевищує фонову, але з урахуванням швидкої течії річки та встановленої ГДК (40 мг/л) цілком допустима. З урахуванням значення витрати води річки та невеликому фоновому вмісті в ній нітратів, концентрація останніх лише незначно збільшиться (на 0,2 мг/л). При цьому загальний вміст нітратів є набагато менший ГДК для водойм господарсько-питного значення.

Задача 2. Фермерське господарство «Зірочка» має 800 га зрошувальних земель, на яких використовуються очищені стічні води тваринницького комплексу. Підстилаючі ґрунтові породи представлені пісками, в розрахунковий період (весна), що обумовлює високе значення дренажного модулю – 25 м³/діб·га. Модуль поверхневого стоку дорівнює 5 м³/діб·га. Концентрація нітратів в дренажному стоці – 80 мг/л, в поверхневому – 10 мг/л. Фонова концентрація в річці складає 15 мг/л, а витрати води в розрахунковий період – 0,05 м³/с. Визначити необхідність призначення спеціальних водоохоронних заходів на ділянці скидання дренажних вод.

Рішення.

Приведемо у відповідність розмірності: $25 \text{ м}^3/\text{діб} \cdot \text{га} = 25 \cdot 1000/86400 = 0,29 \text{ л/с} \cdot \text{га}$; $5 \text{ м}^3/\text{діб} \cdot \text{га} = 5 \cdot \frac{1000}{86400} = 0,058 \text{ л/с} \cdot \text{га}$, $Q = 50 \text{ м}^3/\text{с}$

$$C_{NO_3} = \frac{50 \cdot 15 + 0,290 \cdot 80 \cdot 800 + 0,058 \cdot 10 \cdot 800}{50 + 0,290 \cdot 800 + 0,058 \cdot 800} = 60,2 \text{ мг/л}$$

Висновок. Концентрація нітратів в річці суттєво перевищує значення ГДК для водойм господарського-питного призначення. Для недопущення такого положення потрібно застосувати спеціальні водоохоронні заходи:

- для перехвату та очистки поверхневого стоку – різні типи протиерозійних заходів (відвідні канали, фіто меліорацію – зелені насадження, що виконують водоохоронну функцію);
- для знезараження дренажного стоку – водоохоронні біоінженерні споруди.

Альтернативою застосування спеціальних водоохоронних рішень може бути перегляд норм зрошування стічними водами для даної конкретної ділянки, забір води з другого джерела, введення спеціальних сівозмін.

Контрольні питання.

1. Які біогенні елементи являють собою найбільшу загрозу при забрудненні водних об'єктів?
2. Як розраховується середня концентрація нітратів у водоприймачі після надходження стоків?
3. В чому полягає необхідність призначення спеціальних водоохоронних заходів на ділянці скидання дренажних вод?

Практична робота №7. ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА СТАН ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

Мета роботи: ознайомитись з наслідками негативного впливу оксиду вуглецю на здоров'я людини, факторами, що впливають на ступінь забруднення повітря автотранспортом, та опанувати розрахунком визначення концентрації оксиду вуглецю у місті.

1. Основні теоретичні положення

Автотранспорт, чисельність якого на вулицях міст і сіл України постійно зростає, негативно впливає на самопочуття мешканців, завдаючи як прямого, так і непрямого впливу: шум, забруднення повітря і ґрунтів, ущільнення ґрунтів і т.д. Викиди автотранспорту, що містять вуглеводні, оксиди азоту, сірки, вуглецю, сажу, надзвичайно небезпечний бенз(а)пирен та ін., зумовлюють появу смогів та кислотних дощів, почастищення респіраторних захворювань населення. Особливо сильне забруднення спостерігається біля перехресть вулиць, де автомобілі змінюють швидкість або мотори працюють на холостому ході.

У світі чисельність автомобілів перевищує 400 млн одиниць, з яких 80% легкових, 15 – 17% вантажних і автобусів. За підрахунками, в автомобільних двигунах внутрішнього згоряння щороку спалюється близько 20 млрд т нафтового палива, а якщо врахувати, що коефіцієнт корисної дії двигуна не перевищує 23%, то залишок палива витрачається не тільки на обігрів, а й на забруднення навколишнього середовища. У містах з розвинутою промисловістю до 80% всіх забруднень дає автотранспорт.

При перевезенні одного пасажирів на відстань 1 км витрачається енергії палива, Дж: літаком – 6400; залізницею – 1120; легковим авто – 3000; автобусом – 770.

Під час спалювання 1000 л палива карбюраторний двигун викидає: 200 кг CO; 25 кг вуглеводнів; 20 кг оксидів азоту; кг оксидів сірки та 1 кг сажі.

Викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспорту регламентуються стандартами на паливо. З метою зменшення негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище і здоров'я людей впроваджуються заходи, щодо переходу автотранспорту на природний газ, альтернативне паливо та запровадження електромобілів. Велике значення для охорони довкілля та протидії зміни клімату є зменшення карбонового сліду, що у тому числі, пов'язується з використанням автотранспорту.

Особливості впливу CO на організм людини. Концентрація CO, що перевищує гранично допустиму, призводить до фізіологічних змін в організмі людини, тому що CO –виключно агресивний газ, який легко з'єднується з гемоглобіном крові. При цьому утворюється карбоксигемоглобін, підвищений вміст якого (понад норму, яка дорівнює 0,4%) в крові супроводжується: погіршенням гостроти зору і здатності оцінювати тривалість інтервалів часу; порушенням деяких психомоторних функцій головного мозку; змінами діяльності серця і легенів; головними болями, сонливістю, спазмами, порушенням дихання та смертністю (при вмісті 10-80%). Ступінь впливу CO на організм людини залежить також від часу перебування людини в загазованому повітрі.

Утворення карбоксигемоглобіну в крові – процес оборотний: після припинення вдихання CO починається його поступове виведення з крові; у здорової людини вміст CO в крові кожні 3 – 4 год зменшується у два рази. Разом з тим, оксид вуглецю – дуже стабільна речовина, час його життя в атмосфері становить 2 – 4 міс.

Ступінь забрудненості повітря автотранспорту залежить не тільки від інтенсивності руху, вантажопідйомності машин, кількості і характеру викидів, а й типу забудови, рельєфу місцевості, напрямку вітру, вологості і температури повітря. Нахил поверхні визначають візуально або за допомогою екліметра, швидкість вітру – анемометром, вологість повітря – психрометром, вміст CO, пилу, оксидів азоту і сірки, вуглеводнів – за стандартними методиками.

Визначають наявність насаджень, які поглинають пил та інші забруднювачі, зменшують шумове забруднення, регулюють мікроклімат (вологість, кисень, вуглекислий газ, іони, фітонциди).

При знаходженні концентрації CO впливи різних чинників враховує формула:

$$K_{CO} = (A + 0,01NK_m) \cdot K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_b \cdot K_n$$

де A – фонове забруднення атмосферного повітря ($A = 0,5 \text{ мг/м}^3$);

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на ділянці вулиці (шт/год);

K_m – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферу CO (табл.1);

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості (табл.2);

K_u – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від величини поздовжнього схилу (табл.3);

K_s – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від швидкості вітру (табл.4);

K_v – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від вологості повітря (табл.5);

K_p - коефіцієнт збільшення забрудненості атмосферного повітря оксидом вуглецю біля перехресть (табл.6).

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначають як середньозважений для потоку автомобілів за формулою:

$$K_m = P_i K_{m_i},$$

де P_i – склад руху, долі одиниці;

Таблиця 1 – Значення коефіцієнту K_m в залежності від типу автомобілю.

Тип автомобілю	Коефіцієнт K_m
Важкий вантажний (мікроавтобус)	2,3
Середній вантажний	2,9
Легкий вантажний	0,2
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Таблиця 2 – Значення коефіцієнту K_a , що враховує аерацію місцевості

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з обох сторін	1,0
Вулиці та дороги з одноповерховою забудовою	0,6
Міські вулиці і дороги з однобічною забудовою, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці $K_a = 1$.

Таблиця 3 – Значення коефіцієнту K_y , що враховує зміни забруднення повітря оксидом вуглецю відповідно величини поздовжнього нахилу вулиці

Поздовжній нахил, град	Коефіцієнт K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Таблиця 4 – Величина коефіцієнту K_s , що враховує вплив швидкості вітру на вміст СО в повітрі

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_s
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Таблиця 5 – Значення коефіцієнту K_v , який враховує вплив відносної вологості повітря на концентрацію СО

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт K_v
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Таблиця 6 – Значення коефіцієнту K_p для різних типів перехресть

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_p
<i>Регульоване перехрестя::</i>	

світлофорами звичайними	1,8
світлофорами регульованими	2,1
саморегульованими	2,0
<i>Нерегульоване перехрестя:</i>	
зі зниженою швидкістю	1,9
кільцевою	2,2
з обов'язковою зупинкою	3,0

Максимально разова ГДК оксиду вуглецю складає 3,0 мг/м³, а ГДК середньодобова – 1,0 мг/м³.

2. Приклад вирішення задачі

Задача 1. Визначити концентрацію оксиду вуглецю на магістральній вулиці, що знаходиться у багатоповерховій, забудованій частині міста, з середньою інтенсивністю руху (10 тис. авто на добу), з перехрестям, що регулюється світлофорами. Спостерігається невеликий уклін вулиці, який складає 2 градуси. Швидкість вітру – 5 м/с, вологість повітря – 80%. Склад руху у долях одиниць: важкі вантажні – 0,05; середні вантажні – 0,07; легкі вантажні – 0,08; автобуси – 0,1; легкові автомобілі – 0,7. Фонове забруднення атмосферного повітря – 0,5 мг/м³.

Рішення

Коефіцієнт токсичності автомобілів дорівнює:

$$K_m = 0,05 \cdot 2,3 + 0,07 \cdot 2,9 + 0,08 \cdot 0,2 + 0,10 \cdot 3,7 + 0,70 \cdot 1,0 = 1,4$$

Згідно табличних даних: $K_a = 1,0$; $K_y = 1,06$; $K_c = 1,05$; $K_v = 1,15$; $K_n = 2,1$

$$K_{co} = (0,5 + 0,01 \cdot 417 \cdot 1,4) \cdot 1,0 \cdot 1,06 \cdot 1,05 \cdot 1,15 \cdot 2,1 = 17 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Висновок. Концентрація СО більше ніж у 5 разів перевищує допустиму максимально разову концентрацію та в 17 разів – середньодобову.

Завдання для самостійної роботи (творче завдання).

Підібрати такі умови і відповідно їм коефіцієнти та інші дані, при яких не буде спостерігатися перевищення максимально разової концентрації оксиду вуглецю. При цьому звернути увагу на те, які фактори найбільше впливають на забруднення атмосферного повітря міст оксидом вуглецю.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8. НОРМУВАННЯ РОЗМІРІВ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ.

Мета роботи: ознайомитись з значенням терміну санітарно-захисна зона; яке значення вона має для збереження чистого довкілля людини, як відбувається проектування санітарно-захисних зон при будівництві та реконструкції промислових об'єктів.

1. Основні теоретичні положення

Санітарно-захисна зона (СЗЗ)— територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

Для промислових підприємств СЗЗ розташовують з підвітряного боку і засаджують деревами та чагарниками, що мають бактерицидні властивості і можуть поглинати шкідливі викиди.

Згідно з санітарними нормами проектування підприємств, виділяють п'ять класів промислових об'єктів завширшки від 50 до 3000 м з урахуванням ступеня забрудненості поблизу виробництва. В табл.1 наведені розміри СЗЗ залежно від класу промислового об'єкту.

Таблиця 1 – Розміри санітарно-захисної зони

Клас об'єктів	СЗЗ,м	Промислові об'єкти
1А	3000	Особливо небезпечні об'єкти (АЕС)
1Б	1000	Хімічні, нафтопереробні, паперово-переробні, металургійні підприємства
2	500	Цементні, гіпсові, вапнякові та азбестові заводи, підприємства, що виробляють свинцеві акумулятори і інші.
3	300	Підприємства з виробництва скловати,

		керамзиту, рубіроїду, різних лаків та оліфи.
4	100	Підприємства металообробної, машинобудівної, електротехнічної ? промисловості.
5	50	Підприємства легкої промисловості, металообробного виробництва (без литва), друкарні, харчові підприємства.

Відстань від джерела викидів до зовнішніх меж СЗЗ за напрямком румбів з урахуванням рози вітрів визначається за формулою:

$$L = L_0 \cdot \frac{P}{P_0},$$

де L – розрахункова відстань від джерела викидів до межі СЗЗ, м ;

L₀ – нормативний розмір СЗЗ, м;

P – середньорічна повторюваність напрямку вітру румби, що розглядається ,%

P₀ – повторюваність вітру одного румбу при круговій розі вітрів

Значення L та L₀ відраховують від джерела викиду (при наявності одного джерела викиду). У випадку двох і більше джерел для визначення L та L₀ беруть середньозважені координати джерел, які викидають в атмосферне повітря однакові забруднюючі речовини.

Межі СЗЗ вздовж траси ліній електропередач (ЛЕП) у населеній місцевості наведено в таблиці 2.

Таблиця 2- Межі СЗЗ вздовж траси ЛЕП

Напруга ЛЕП, кВ	Відстані від проекції на землю крайніх фаз проводів, м	Напруга ЛЕП, кВ	Відстані від проекції на землю крайніх фаз проводів, м
150	300 (55)	220	25

750	250 (40)	110	20
500	150 (30)	15	15
300	75 (20)	До 20	10

Проектування санітарно-захисних зон - багатостадійний процес, що включає декілька етапів роботи:

- обстеження підприємства, виявлення і оцінка рівнів впливів, пов'язаних з хімічним забрудненням атмосферного повітря і фізичними факторами відповідно до санітарно-гігієнічних вимог;
- розробка проекту обґрунтування санітарно-захисної зони по сукупності впливів підприємства відповідно до санітарно-гігієнічних вимог;
- оцінка ризику здоров'ю населення (у разі розробки документації для об'єктів, що представляють підвищену екологічну небезпеку);
- розробка заходів, що забезпечують дотримання санітарно-гігієнічних нормативів (при необхідності);
- оцінка бюджету заходів по впорядкуванню СЗЗ (при необхідності);
- розробка програми натурних вимірів і досліджень на межі розрахункової СЗЗ і на межі житлової забудови;
- супровід розгляду проекту обґрунтування СЗЗ в органах державного нагляду як на регіональному рівні, так і на рівні МОЗ України;
- При проведенні державної експертизи проектної документації, що містить матеріали обґрунтування меж СЗЗ, - технічний супровід розгляду матеріалів в органах експертизи.

Розробка проекту обґрунтування санітарно-захисної зони проводиться:

- Для промислових підприємств, що будуються і реконструюються;
- Для підприємств, що знаходяться в зоні житлової забудови;
- Для діючого підприємства

Обґрунтування розміру санітарно-захисної зони вимагається для об'єктів, що будуються і реконструюються, а також компаній, що модернізують виробництво, та використовують технології, не мають аналогів на території України. Знадобиться розробка проекту СЗЗ і при збільшенні обсягів виробництва.

Розробка проекту санітарно-захисної зони вимагається для діючих промислових об'єктів і виробництв I, II і III і IV класів небезпеки, які розташовуються біля житлових будівель, у випадку якщо їх діяльність пов'язана з перевищенням становлення гігієнічних нормативів або викликає невдоволення і скарги населення.

На сьогодні проект санітарно-захисної зони підприємства обов'язково входить до складу встановленої законодавством України проектної документації, необхідної при проведенні реконструкції об'єктів і будівництві нових підприємств.

1. Дати характеристику санітарно-захисній зоні (СЗЗ) і визначити як розташовують такі зони біля промислових об'єктів.
2. Скільки класів СЗЗ виділяють по санітарним нормам і в залежності від яких факторів?
3. Які підприємства відносяться к найбільш небезпечним промисловим об'єктам?

Творче завдання: Від яких факторів залежить розміри санітарно-захисної зони і наведіть приклади промислових підприємств для яких найбільші розміри СЗЗ та найменші.

Контрольні питання.

4. Які підприємства відносяться к найбільш небезпечним промисловим об'єктам?
5. Дати характеристику санітарно-захисній зоні (СЗЗ) і визначити як розташовують такі зони біля промислових об'єктів.
6. Скільки класів СЗЗ виділяють по санітарним нормам і в залежності від яких факторів?

Список рекомендованих джерел інформації

- 1.Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище/ за.ред.проф. В.В.Тарасової Навч.посібник. _К:Центр учбової літератури,2007 – 276с.
- 2.Войницький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Конспект лекцій, - Житомир: ДАУ, 2005 – 132с
- 3.Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорони навколишнього середовища. Навчальний посібник, - Львів: Афіша, 2004 – 272с.
- 4.Тарасова В.В. Методи екологічних досліджень. Частина 1. Інформаційні характеристики про середовище. Навчальний посібник.-Житомир: ЖІТІ, 2002. – 306с.
- 5.Некос В. Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище : підручник [для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів] / В. Ю. Некос, Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко. – Вид. 2-ге доп. і перероб. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
6. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : навчально-методичний посібник / Н. В. Максименко, Н. І. Черкашина, Е. О. Кочанов. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. – 92 с.
- 7.Інтернет ресурс - www.rada.gov.ua.)
8. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16 червня 1992 р. (із змінами) / ВВР, 1992, № 34.
- 9.Порядок ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря / затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 13.12.2001 р. за № 1655.
10. Порядок денний на ХХІ століття. Прийнятий Конференцією ООН щодо навколишнього середовища та розвитку, Ріо-де-Жанейро, 3–14 червня 1992 р. : Офіційний сайт ООН. – Режим доступу: <http://www.un.org>.
11. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Курсове проектування: навчальний посібник. Навчальний посібник / В. Г. Петрук, І. В. Васильківський, С.М. Кватернюк, В.А. Іщенко, П.М. Турчик. – Вінниця: ВНТУ, 2015.– 112 с.
12. Морозова Т. В. Нормування антропогенного навантаження: навч. посібник / Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича / Морозова Т. В. – Чернівці : Рута, 2008. – 99 с.

13. Набивач В. М. Основи екологічного нормування і промислової токсикології / Український держ. хіміко-технологічний ун-т. / В. М. Набивач, М. П. Сухий – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2002. – 193 с.
14. Фурдичко О. І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: навч. посіб. / Фурдичко О. І., Славов В. П., Войцицький А. П. – К. : Основа, 2008. – 360 с.
15. Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря / За ред. С. С. Куруленка. – К. : ДЕІ Мінприроди України, 2007. – 216 с.
16. Сухарев С. М. Технологія та охорона навколишнього середовища : [навчальний посібник] / Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. – Львів : Новий світ, 2004. – 252 с.
17. ДБН А.2.2-3-2004 «Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва»;
18. Зона санітарно-захисна // Словник – довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 99.
19. Санітарно-захисна зона // Словник – довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 158-159.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та індивідуальних завдань з курсу "Нормування антропогенного навантаження на природне середовище" для студентів спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання

Укладачі:

АВЕРЧЕНКО Валентина Іллівна

САМОЙЛЕНКО Наталія Миколаївна

БАРАНОВА Антоніна Олегівна

Відповідальний за випуск: Шапорев В.П.

Роботу до видання рекомендувала: Зінченко М.Г.

В авторській редакції

