

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Збалансоване природокористування та поводження з відходами в галузі»

за темою: «Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє  
середовище і населення»

для студентів денної та заочної форми навчання.

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Збалансоване природокористування та поводження з відходами в галузі» за темою «Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє середовище і населення» для студентів I року навчання денної та заочної форми навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти магістр / Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Костюкевич Т.К., канд. геогр. наук., ас. Одеса, ОДЕКУ, 2024.

## ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	5
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА .....	9
1.1 Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє середовище і населення.....	9
2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	21
2.1 Приклад розрахунку.....	21
3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ...	23
4.КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ.....	24
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	25

## ВСТУП

Повітря, яким ви дихаєте як усередині, так і зовні, завжди забруднене найрізноманітнішими речовинами. Ідеального повітря немає. Дослідження забруднення повітря показали, що навіть у найчистіших місцях нашої планети завжди є забруднення атмосферного повітря. Проте все залежить від концентрації поллютантів в атмосфері. Якщо вміст поллютанта не перевищує допустимого норму, то малоімовірно, що він завдають шкоди здоров'ю.

На якість повітря, яким ви дихаєте, великий вплив має атмосферне повітря населеного пункту, в якому ви проживаєте. Проживання у сільській місцевості також може бути пов'язане з певними видами забруднення повітря.

Повітряні політанти різноманітні за своєю природою та впливом на людину. Це можуть бути гази, тверді частинки або рідка завесь. Основна частина від забруднення атмосфери походить з людської діяльності, хоча деякі джерела забруднення мають природний характер. Наприклад, такими є задимлення при природних пожежах та попіл при вивержених вулканів.

В даний час основним джерелом забруднення повітря міст є автомобільний транспорт і меншою мірою промислові підприємства. Хоча у низці міст, є великими промисловими центрами, величина забруднення повітря промисловими підприємствами багаторазово перевищує шкідливий вплив автотранспорту.

Джерела забруднення повітря.

Вперше людство зіткнулося зі смогом при спалюванні великої кількості вугілля, що веде до викиду в атмосферу діоксиду сірки та інших шкідливих сполук. Зміг представляє суттєву проблему у різних містах та несе певний ризик для здоров'я. До складу смогу може входити озон - поллютант, шкідливий для здоров'я. Дослідження показують зв'язок вмісту цього газу в навколосемному шарі зі шкідливим впливом на легені. Можливі наслідки від вдихання повітря, що містить неприпустимі рівні озону, можуть включати:

1. Кашель і подразнення грудей та горла. Підвищений рівень озону може призводити до подразнення органів дихальної системи.

2. Ушкодження легень та проблеми з дихальним процесом. Озон погіршує глибину вдиху, а експозиція по відношенню до цього з'єднання може завдати шкоди вистиланню легень.

Численні міста характеризуються великою кількістю різноманітних промислових підприємств з їхньої території. На жаль, найчастіше промислові зони межують із житловими, що тягне за собою підвищений контакт забруднених викидів цих підприємств з людьми, які проживають поблизу.

Транспортні засоби призводять до забруднення повітря при згорянні та випаровуванні палива. Вплив цих джерел забруднення є надзвичайно

сильним на території міської забудови. Вплив автомобільного транспорту особливо великий у зв'язку з тим, що дороги зазвичай розташовані поруч із житловими зонами.

Різноманітні медичні дослідження свідчать про негативний вплив забруднення, зумовленого транспортними засобами, на населення. Результати наукових досліджень пов'язують забруднення повітря транспортом із різними захворюваннями, включаючи астму у дітей, серцеві захворювання тощо.

Монооксид вуглецю є газом, він утворюється в процесі спалювання палива при нестачі кисню. Також це з'єднання може утворюватися під час спалювання палива на дуже високих температурах. Нормальні умови згоряння практично завжди забезпечують догоряння чадного газу до вуглекислоти, яка є безпечною в невисокій концентрації.

Різноманітні медичні дослідження свідчать про негативний вплив забруднення, зумовленого транспортними засобами, на населення. Результати наукових досліджень пов'язують забруднення повітря транспортом із різними захворюваннями, включаючи астму у дітей, серцеві захворювання тощо.

Монооксид вуглецю є газом, він утворюється в процесі спалювання палива при нестачі кисню. Також це з'єднання може утворюватися під час спалювання палива на дуже високих температурах. Нормальні умови згоряння практично завжди забезпечують догоряння чадного газу до вуглекислоти, яка є безпечною в невисокій концентрації.

Головним джерелом CO є транспорт. Дещо меншою мірою він утворюється при спалюванні органічних матеріалів, наприклад, при згорянні відходів, а також при роботі електростанцій. Чадний газ небезпечний тим, що утворює стійкий зв'язок з гемоглобіном і призводить до зниження здатності крові переносити кисень, що може спричинити задушення.

Цей безбарвний і негорючий газ має різкий запах, що викликає подразнення повітряних шляхів та очей. Він може вступати в поверхневі реакції з різними частинками, що переносяться повітрям, а також розчиняється в крапельках води, зважених у повітрі. Надходження цього газу в атмосферу зазвичай відбувається в процесі виплавки металів, при спалюванні природного палива та виробництві сірчаної кислоти. Близько 50% світових викидів двоокису сірки пов'язане зі спалюванням вугілля. З огляду на загальносвітовий характер проблеми зусилля багатьох держав спрямовані на пошук способів того, як захистити повітря від забруднення.

Вплив забрудненого повітря на здоров'я людей дуже різноманітний. Основному впливу піддається дихальна система, оскільки вона перша контактує із забруднювачами, присутніми у повітрі. Вплив забруднення

повітря на організм людей можна поділити на короткострокове та довгострокове.

Короткострокова дія є тимчасовою і може включати такі захворювання, як пневмонія, бронхіт, подразнення носа, горла, очей та шкіри. Короткостроковий вплив забруднення повітря на організм може виявлятися головними болями, запамороченням та нудотою. Короткочасний вплив у ряді випадків є відгуком організму на неприємні та дратівливі запахи від сміття та каналізаційних систем. Такі запахи неприємні, але за своєю природою зазвичай не настільки шкідливі здоров'ю.

Тривалий вплив забруднення повітря на організм людини дуже небезпечно, оскільки воно призводить до накопичувального ефекту. Тривалий вплив повітряних поллютантів може спричинити розвиток довгострокових наслідків для здоров'я, що включають серцеві та ракові захворювання, хвороби дихальної системи та серйозні респіраторні порушення, наприклад, емфізему. Тривале вплив небезпечних речовин, що у атмосфері, може призводити до пошкодження нирок, нервової системи, печінки тощо. буд. У низці досліджень вплив повітряних забруднювачів пов'язують із підвищеним ризиком вад розвитку.

З метою організації індивідуального захисту організму від шкідливих речовин, що містяться в атмосфері, рекомендується використання системи припливної вентиляції, заснованої на бризері Tion O2. Цей прилад дозволяє не тільки нагрівати повітря, що нагнітається зовні, але і піддавати його ретельному багатоетапному очищенню, заснованому на різноманітних сучасних технологіях. Ці методи очищення атмосфери приміщень дозволяють досягти високої якості повітря, що надходить у приміщення через бризер Tion O2.

Метою методичних вказівок є:

1) методичне забезпечення виконання практичного завдання за темою «Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє середовище і населення», що забезпечить студентам відповідні сучасним вимогам знання студентів;

2) навчити студентів розраховувати викиди шкідливих речовин в атмосферу, щільності людей на забрудненій території, навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після виконання практичного заняття студенти повинні **знати**:

- кількість гіпотез утворення озонової діри;
- проблеми парникових газів;
- вплив атмосферного забруднення на людину;

- вплив кислотних дощів;
- механізми впливу SO<sub>2</sub> на рослинність;
- навантаження атмосферного забруднення на населення, основні виробничі фонди, сільськогосподарські і лісові угіддя, рекреаційні та охоронювані території.

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- виконувати розрахунки щільності людей на забрудненій території;
- виконувати розрахунки середньої розрахункової чисельності людей в зоні активного забруднення;
- виконувати розрахунки площі зони активного забруднення максимально допустимого навантаження факторів середовища на людину.

Методичні вказівки складаються із двох частин – теоретичної частини і практичної частини. В теоретичній частині стисло наводяться розрахунки питомої балансової вартості основних фондів у розрахунку на одиницю площ, щільності людей на забрудненій території, викиди шкідливих речовин в атмосферу, скільки додаткових випадків онкологічних захворювань у людей можна очікувати від токсикантів-канцерогенів «х» і «у», що надходять в атмосферне повітря від промислового підприємства, в практичній – порядок виконання розрахунків.

На практичних заняттях студенти повинні: ознайомитись із теоретичними положеннями, виконати розрахунки за даними представлених викладачем матеріалів, самостійно проаналізувати.

На аудиторне заняття відводиться 4 години і 8 години на самостійну роботу студентів.

Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-П1, полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, складати відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання цього завдання студент може отримати максимум 5 балів.

# 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1. Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє середовище і населення

У повітряному середовищі найменшу кількість забруднюючих речовин міститься над океаном (0,1%) і над сільською місцевістю (1%). В повітрі міст забруднення сягає 12,9%, а в повітрі промислових районів - 86% загальної кількості забруднень повітря.

Основний внесок у високий рівень забруднення повітря вносять підприємства чорної і кольорової металургії, хімії та нафтохімії, будівельної індустрії, енергетики, целюлознопаперової промисловості, а у деяких містах і котельні. Основними шкідливими домішками є такі:

– Карбон (II) оксид. Виділяється під час неповного згоряння вуглецевих речовин. У повітря він потрапляє внаслідок спалювання твердих відходів, із вихлопними газами і викидами промислових підприємств. Щорічно цього газу надходить в атмосферу не менше ніж 250 млн тон. Активно реагує зі складовими атмосфери і сприяє підвищенню температури на планеті, а також створенню парникового ефекту.

– Сульфур (IV) оксид. Виділяється у процесі згоряння сірковмісного палива або перероблення сірчистих руд (до 70 млн т/рік). Частина сполук сірки виділяється під час горіння органічних залишків у гірничорудних відвалах.

– Сульфур (VI) оксид. Утворюється під час окиснення Сульфур (IV) оксиду. Кінцевим продуктом реакції є аерозоль або розчин сульфатної кислоти у дощовій воді, який підкислює ґрунти, загострює захворювання дихальних шляхів людини. Випадіння аерозолу сірчаної кислоти з димових факелів хімічних підприємств відзначається у разі низької хмарності та 54 високої вологості повітря. Пірометалургійні підприємства кольорової та чорної металургії, а також ТЕС щорічно викидають в атмосферу десятки мільйонів тон Сульфур (IV) оксиду.

– Сірководень і сірковуглець. Надходять в атмосферу окремо або разом з іншими сполуками сірки. Основними джерелами викиду є підприємства з виготовлення штучного волокна, цукру, коксохімічні, нафтопереробні, а також нафтопромислові. В атмосфері під час взаємодії з іншими забруднювачами піддаються повільному окисненню до сірчаного ангідриду.

– Нітроген оксиди. Основними джерелами викиду є підприємства, що виробляють: азотні добрива, нітратну кислоту та нітрати, анілінові барвники, нітросполуки, віскозний шовк, целулоїд. Кількість оксидів азоту, що надходить в атмосферу, становить 20 млн тон на 1 рік. Він є причиною виникнення фотохімічного смогу.

– Сполуки фтору. Джерелами забруднення є підприємства з виробництва алюмінію, емалей, скла, кераміки, сталі, фосфорних добрив. Фторвмісні



речовини надходять в атмосферу у вигляді газоподібних сполук – фтороводню або пилу фториду натрію та кальцію. Сполуки характеризуються токсичним ефектом. Похідні фтору є потужними інсектицидами.

– Сполуки хлору. Надходять в атмосферу від хімічних підприємств, що виробляють хлоридну кислоту, хлорвмісні пестициди, органічні барвники, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду. В атмосфері зустрічаються як домішка молекули хлору і пари хлоридної кислоти. Токсичність хлору визначається різновидом сполук та їх концентрацією.

Фотохімічний туман (смог) являє собою багатокомпонентну суміш газів і аерозольних частинок первинного і вторинного походження. До складу основних компонентів смогу входять озон, оксиди нітрогену і сульфур, численні органічні сполуки пероксидної природи, що називаються у сукупності фотооксидантами.

Фотохімічний смог виникає у результаті фотохімічних реакцій за певних умов:

– наявності в атмосфері високої концентрації оксидів азоту, вуглеводнів та інших забруднювачів;

– інтенсивної сонячної радіації і безвітряної погоди або дуже слабкого обміну повітря у приземному шарі за потужної і, впродовж не менше доби, підвищеної інверсії.

Такі смоги – нерідке явище над Лондоном, Парижем, ЛосАнжелесом, Нью-Йорком та іншими містами Європи і Америки. За своїм фізіологічним впливом на організм людини вони вкрай небезпечні для дихальної і кровоносної системи і часто бувають причиною передчасної смерті міських жителів з ослабленим здоров'ям.

Озоновий шар Землі активно поглинає ультрафіолетове випромінювання та створює оптимальні світловий і термічні режими земної поверхні, сприятливі для існування живих організмів на Землі. Концентрація озону у стратосфері непостійна, вона збільшується від низьких широт до високих, і схильна до сезонних змін із максимумом навесні. Своєму існуванню озоновий шар зобов'язаний діяльності фотосинтезуючих рослин (виділення кисню) і дією на кисень ультрафіолетових променів. Основну небезпеку для атмосферного озону становить група хімічних речовин, об'єднаних терміном «хлорфторвуглеводні» (ХФВ), що мають також назву – фреони. Активну роль в утворенні і руйнуванні озону відіграють також оксиди азоту, важких металів (міді, заліза, марганцю), хлор, бром, фтор. Тому загальний баланс озону у стратосфері регулюється складним комплексом процесів, в яких значними є близько 100 хімічних і фотохімічних реакцій. Озоноруйнівні речовини є дуже стійкими. Різні види фреонів, потрапивши в атмосферу, можуть активно існувати у ній від 75 років до 100 років.

*Проблема атмосферного озону.* Кисень  $O_3$ , званий озоном, грає важливу роль в атмосферних процесах. Шар озону служить «щитом», що оберігає живі організми і людину від згубного ультрафіолетового випромінювання

Сонця. Ультрафіолетові промені мають високу біологічну активність: вбивають бактерії багатьох видів, викликають засмагу шкіри людини, сприяють утворенню в організмі вітаміну D, що сприяє зростанню і застережливого захворювання дітей на рахіт. Однак корисними виявляються невеликі дози ультрафіолетової радіації. Через зменшення концентрації озону тільки на 1% відбувається збільшення інтенсивності ультрафіолетового випромінювання біля поверхні Землі на 15%. За даними ООН, це призводить до появи в світі 100 тис. Нових випадків катаракти очей і 10 тис. Випадків раку шкіри, а також викликає зниження імунітету як у людини, так і у тварин. Крім погіршення здоров'я, виснаження озонового шару сприяє посиленню парникового ефекту, зниження врожайності культур і загального забруднення навколишнього середовища. Згідно Ю. В. Новікову, проникнення через Озон дірки сонячних рентгено- та ультрафіолетових променів, енергія фотонів яких перевищує енергію променів видимого спектру в 50-100 разів, збільшує число потужних лісових пожеж.

Озон спостерігається в шарі від земної поверхні до висоти приблизно 70 км, основна ж маса зосереджена в шарі 15-55 км з максимумом концентрації в шарі 20 - 25 км. Загальний вміст озону в вертикальному стовпі, якщо його привести до нормального тиску (1013 гПа) при температурі 0 °С, коливається від 1 до 6 мм.

На початку 60-х років минулого століття вміст озону зменшився, що пов'язують зі збільшенням в стратосфері концентрації оксидів азоту (діючих руйнівню на озон) під впливом в ті роки випробувань ядерної зброї. Хоча про коливання вмісту озону було відомо і раніше, проте великою несподіванкою стало його різке зменшення над Антарктидою в період 1979-1986 рр. - сформувалася озонова діра площею близько 10 млн км<sup>2</sup>, де вміст озону зменшилася на 50%. Пізніше «Озонові дірки», правда, менші за розміром і не з таким значним зниженням, стали спостерігатися в зимовий час в Північній півкулі в зонах стійких антициклонів (Гренландія, Північна Канада, Якутія). Над територією країн СНД за останні 30 років показник загального вмісту озону зменшився на 3-5%. Висловлено кілька гіпотез утворення озонової діри.

Перша гіпотеза пояснює її формування 11-річним циклом сонячної активності: під впливом випромінювань Сонця в мезосфері і верхньої стратосфері збільшується вміст оксидів азоту - в роки максимуму активності на 50-60% в порівнянні з середніми умовами. Перенесення NO<sub>x</sub> в середню частину стратосфери (на висоту 20-30 км) і реакції азотного циклу: NO + O<sub>3</sub> = NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub> + O = NO + O<sub>2</sub>; O<sub>3</sub> + O = 2O<sub>2</sub> призводять до зменшення озону. Поряд з азотним циклом, зменшення озону можуть викликати реакції хлорного, гідрогенного, бром-хлорного, хлор-гідрогенного циклів, при цьому реакції йдуть значно швидше при наявності стратосферних хмар.

Друга гіпотеза пов'язує утворення озонової діри із загальною циркуляцією атмосфери. Якщо при цьому збільшується потік оксидів азоту (так само як і оксидів хлору, бром, фтору) антропогенного походження з

низьких і помірних широт у високі, то під впливом зазначених вище реакцій відбудеться зменшення вмісту озону.

З інших техногенних причин руйнування озонового шару називають знищення лісів (як основних постачальників кисню в атмосферу), польоти надзвукових літаків в стратосфері, запуски космічних ракет. За даними Д.А. Кривошеїна і Л. А. Мурахи, якщо збережуться сучасні темпи викиду хлорфторвуглецевих з'єднань в атмосферу, то в наступні 70 років кількість стратосферного озону зменшиться на 90%. Таким чином, проблема озону в цілому і озонової діри потребує подальших дослідженнях.

*Проблема «парникових газів».* Парникові гази: метан, хлорфторвуглецевих (фреони), оксид азоту і в першу чергу  $\text{CO}_2$  перешкоджають довгохвильовому випромінюванню з поверхні Землі. З 1850 року вміст  $\text{CO}_2$  в атмосфері зростає з 0,027 до 0,033% у зв'язку з антропогенною діяльністю. Поглинаючи інфрачервоне випромінювання (хвилі довжиною 700-1400 нм),  $\text{CO}_2$  діє як парникова плівка, створюючи парниковий ефект. За різними даними внесок у парниковий ефект діоксиду вуглецю становить 50-65%, метану - близько 20%, фреони - 10%, оксиду азоту - приблизно 5%.

Механізмом виведення  $\text{CO}_2$  з атмосфери є поглинання його в результаті фотосинтезу рослин по реакції:  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 674 \text{ ккал} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ , а також зв'язування його в океанських водах по реакції:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+$ . Оскільки хлорфторметани дуже інертні, то вони поширюються і довго живуть не тільки в тропосфері, але і в стратосфері. Володіючи досить сильними смугами поглинання у вікні прозорості атмосфери (8-12 мкм), фреон посилюють парниковий ефект.

Київський протокол включив в зобов'язання обмеження і скорочення емісій за шістьма парниковим газам: діоксиду вуглецю, метану, оксиду азоту, гідрофторвуглеці, перфторвуглеців, гексафторид сірки.

Питання про ступінь впливу «парникових газів» на глобальне потепління клімату вважається дискусійним. Так, у звіті Міжурядової групи експертів з проблеми зміни клімату зазначається, що «спостерігається в останнє сторіччя підвищення приземної температури повітря на 0,3 - 0,6 °C могло бути обумовлено переважно природного мінливості ряду кліматичних факторів».

*Кислотні дощі.* Діоксид сірки і сполуки азоту при розчиненні в атмосферній волозі утворюють сірчану ( $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ) і азотну ( $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$ ;  $4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$ ) кислоти, які випадають разом з рідкими і твердими опадами, кислотність (рН) яких знижується від 5,6 - 5,7 до 3,2 - 3,7. Частка діоксиду сірки в освіті кислотних опадів становить близько 70%.

Поступаючи в ґрунт, кислотні опади гальмують процеси мінералізації гумусу, знижують чисельність бактерій і актиноміцетів, підвищують кількість мікроскопічних грибів, збільшують вимивання катіонів, знижують активність редуцентів і азотфіксаторів, підвищують рухливість іонів

алюмінію, марганцю, заліза, а також важких металів (кадмію, міді, цинку). При  $\text{pH} < 5$  в ґрунтах різко зростає розчинність мінералів, з них вивільняється алюміній, який у вільній формі отруйний. Зміна кислотного рівноваги в ґрунті впливає на мембранний потенціал коренів, пригнічуючи дисоціацію ліпідів і протеїнів, внаслідок чого ускладнюється поглинання катіонів з розчину. Доступність рослинам кальцію, магнію, калію зменшується через їх вилуговування з ризосфери в нижні ґрунтові горизонти. При цьому зростає мобільність фітотоксичних елементів (марганцю, цинку, кадмію, кобальту, нікелю), що призводить до виникнення хлорозу за рахунок залозистої недостатності. Крім непрямого ефекту, кислотні дощі здатні надавати на рослини і пряму дію, наприклад, шляхом контакту опадів з листям, що приводить до пошкодження їх кутикули і епідермісу, вилуговування поживних елементів.

Виділяють три механізми впливу  $\text{SO}_2$  на рослинність. У першому випадку  $\text{SO}_2$ , проникаючи всередину листа, порушує процес фотосинтезу, пов'язуючи, зокрема, каталітичне, активне залізо. При другому механізмі,  $\text{SO}_2$ , проникаючи в клітини і розчиняючись там, змінює  $\text{pH}$  клітинного соку. Підкислення клітинної середовища, що викликає зменшення стабільності біоколоїдами і навіть їх коагуляцію, сильно відбивається на стані клітин, обумовлюючи їх пошкодження і відмирання. Відповідно до третього механізмом в листі відбувається поступове накопичення сірки, що приводить до сульфатному отруєнню, настає хлороз і некроз.

Симптоми ураження сполуками азоту проявляються у вигляді темних і коричневих плям на листках, в міжжилковому некрозі, зниженні інтенсивності росту, порушення процесів фотосинтезу, посилення ураження хворобами і шкідниками, зменшенні стійкості до стресів.

Особливо сильно пошкоджуються хвойні ліси, що пов'язано з більшою тривалістю життя хвої (5-6 років), що обумовлює накопичення в ній значних концентрацій токсикантів.

Підвищеною чутливістю до забруднення атмосфери характеризуються багато видів лишайників. При середній концентрації  $\text{SO}_2 > 0,3 \text{ мг/м}^3$  вони зазвичай першими зникають з екосистем і тому є індикаторами несприятливого стану середовища. Лишайники чутливі до забруднення середовища (особливо до  $\text{SO}_2$ ) внаслідок відсутності непроникною кутикули, вбирання води всією поверхнею і здатністю зростання (на відміну від квіткових рослин) при температурі нижче  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Кислотні опади, пошкоджуючи лишайники, змінюють азотний баланс екосистем (лишайники, поглинаючи азот, переносять його рослинам), а накопичення сірки порушує її біогеохімічний цикл.

Техногенна кислота закислює воду річок і водойм, підвищує жорсткість води, внаслідок чого бідніє фауна водойм (гинуть цінні породи риб). При низьких значеннях  $\text{pH}$  в водоймах зникають діатомові і синьо-зелені водорості, представники зоопланктону (дафнії).

Вплив атмосферного забруднення на людину. За характером впливу на людину забруднюють атмосферу речовини діляться на

- загальносоматичні, що викликають отруєння всього організму, - оксид вуглецю, свинець, ртуть, миш'як, бензол і ін.;
- дратівливі, викликають роздратування дихального тракту та слизових оболонок, - хлор, аміак, озон, оксид азоту, пари ацетону та ін.;
- алергічні - формальдегід, лаки на основі нітросполук, різні розчинники (див. табл. 1), нікотинамід, гексахлоран;
- канцерогенні, що викликають злоякісні пухлини, - 3,4 бенз (а) - пірен, аміни, азбест, радон, оксид хрому, берилій;
- мутагенні, що приводять до зміни спадкової інформації, - свинець, марганець, радій, уран і ін.

Крім шкідливих речовин, існують і інші форми забруднення: підвищений шум, вібрація, електромагнітне випромінювання, що впливають на реципієнтів. Пил, потрапляючи в організм людини, подразнює слизову оболонку дихальних шляхів. При вдиханні пилу, що містить вільний діоксид кремнію ( $\text{SiO}_2$ ), розвивається силікоз.

Спільна дія кількох хімічних речовин на організм людини може супроводжуватися незалежним дією, антагонізмом, синергізмом, зміною характеру дії і підсумовуванням. Принцип підсумовування застосуємо і при розрахунку комплексного впливу:

$$C_{\text{атм}} / \text{ГДК}_{\text{атм}} + C_{\text{вод}} / \text{ГДК}_{\text{вод}} + C_{\text{прод}} / \text{ГДК}_{\text{прод}} < 1, \quad (1)$$

де  $C_{\text{атм}}$ ,  $C_{\text{вод}}$ ,  $C_{\text{прод}}$  - відповідно концентрація токсикантів в атмосфері, воді і продукції; ГДК - гранично-допустима концентрація речовин в тих же середовищах.

Г. І. Сидоренко запропонував ввести таке поняття, як максимально допустиме навантаження факторів середовища на людину (МДН):

$$\text{МДН} = \text{ГДК}_i \cdot K_{\Sigma}, \quad (2)$$

де  $K_{\Sigma}$  - коефіцієнт зміни реакції організму на сумарний вплив факторів середовища в порівнянні з сумою реакцій на їх ізольоване дію.

Навантаження атмосферного забруднення на населення, основні виробничі фонди, сільськогосподарські і лісові угіддя, рекреаційні та охоронювані території  $B_3$  (т наведеної навантаження на рік, тобто т п. н./рік) можна встановити за формулою Корчагіна В. А.

$$B_3 = q_p [n \cdot M_{\Gamma} + 20 \cdot M_2 \cdot b_c + M_3 (2f_{\text{с.х.}} + f_{\text{лес.}} + 100f_{\text{рек}} + 200f_{\text{охр}})], \quad (3)$$

Таблиця 1 – Склад найбільш поширених лакофарбових матеріалів і частка їх летючої частини

Марки лакофарбових матеріалів	Компоненти (летюча частина) лакофарбових матеріалів													Частка	
	ацетон	нофрас	бутиловий спирт	бутилацетат	ксілол	уайтспірит	толуол	етиловий спирт	2-етокси етанол	етилацетат	сольвент	ізобутиловий спирт	бензин, циклогексанон	летючої частини, $f_2$ %	сухої частини, $f_1$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Емалі															
АС-182	—	—	—	—	85	5	—	—	—	—	10	—	—	47	53
ГФ-92ХС	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	47	53
ГФ-92ГС	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	43	57
МЛ-12	—	—	20,7 8	—	—	20,1 4	—	—	1,4	—	57, 68	—	—	65	35
МС-17	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	57	43
МЛ-152	—	—	20,8 5	—	39,7 6	13	—	—	—	—	14, 07	9,59	2,73	52	48
МЛ-197	—	39,2 2	41,4 2	8,42	—	2,01	—	—	8,93	—	—	—	—	44	56
НЦ-11	—	—	10	25	—	—	25	15	—	25	—	—	—	74 ,5	25,5
НЦ-25	7	—	15	10	—	—	45	15	8	—	—	—	—	66	34
НЦ-132П	8	—	15	8	—	—	41	20	8	—	—	—	—	80	20
НЦ-257	7	—	15	10	—	—	50	10	8	—	—	—	—	62	38
НЦ-1125	7	—	10	10	—	—	50	15	8	—	—	—	—	60	40
ПФ-115	—	—	—	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—	45	55
ПФ-133	—	—	—	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—	50	50
ХВ-124	26	—	—	12	—	—	62	—	—	—	—	—	—	27	73
Лаки															
БТ-99	—	—	—	—	96	4	—	—	—	—	—	—	—	56	44
БТ-577	—	—	—	—	57,4	42,6	—	—	—	—	—	—	—	63	37
БТ-985	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	60	40
МЛ-92	—	—	10	—	40	40	—	—	—	—	—	10	—	47 ,5	52,5
НЦ-218	—	—	9	9	23,5	—	23, 5	16	3	16	—	—	—	70	30
НЦ-221	5, 05	—	19,9 8	15,0 4	—	—	39, 95	6,9 9	3	9,9 9	—	—	—	83 ,1	16,9
НЦ-222	—	—	9,49	9,23	—	—	46, 54	15, 64	3,2	15, 9	—	—	—	78	22
НЦ-243	—	—	20	—	—	—	50	10	8	7	—	—	5	74	26
КО-935	—	—	—	—	—	—	10 0	—	—	—	—	—	—	30	70

Продовження табл. 1

Марки лакофарбових матеріалів	Компоненти (летюча частина) лакофарбових матеріалів													Частка	
	ацетон	нофрас	бутиловий спирт	бутилацетат	ксилол	уайтспірит	толуол	етиловий спирт	2-етокси етанол	етилацетат	сольвент	ізобутиловий спирт	бензин, циклогексанон	летючої частини, $f_2\%$	сухої частини, $f_1\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Грунтовки															
АК-070	20,04	—	12,6	—	67,36	—	—	—	—	—	—	—	—	86	14
ГФ-017	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	51	49
ГФ-0119	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	47	53
ГФ-032	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	61	39
ГФ-021	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	45	55
ВЛ-02	28,2	—	28,2	—	6	—	—	37,6	—	—	—	—	—	79	21
ВЛ-023	22,78	—	24,06	3,17	—	—	1,28	48,71	—	—	—	—	—	74	26
НЦ-0140	—	—	15	20	—	—	20	10	15	15	—	—	5	80	20
ПФ-020	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	43	57
ФЛ-ОЗК	—	—	—	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—	30	70
МЛ-029	—	—	42,62	—	57,38	—	—	—	—	—	—	—	—	40	60
ХС-010	26	—	—	12	—	—	62	—	—	—	—	—	—	67	33
Розчинники															
646	7	—	15	10	—	—	50	10	8	—	—	—	—	100	—
647	—	—	7,7	29,8	—	—	41,3	—	21,2	—	—	—	—	100	—
648	—	—	20	50	—	—	20	10	—	—	—	—	—	100	—
Р-4	26	—	—	12	—	—	62	—	—	—	—	—	—	100	—
Р-5,Р-5А	30	—	—	30	40	—	—	—	—	—	—	—	—	100	—
РФГ	—	—	75	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	100	—
РС-2	—	—	—	—	30	70	—	—	—	—	—	—	—	100	—

де  $q_p$  - інтегральний фактор розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері;  $n$  - щільність людей на забрудненій території, людей/га;  $M_1, M_2, M_3$  - наведені викиди шкідливих речовин в атмосферу (т/рік), що впливають на населення ( $M_1$ ), виробничі фонди ( $M_2$ ), сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території ( $M_3$ );  $b_c$  - питома балансова вартість основних виробничих фондів (млн грн./га);  $f_{с.х.}, f_{лес.}, f_{рек.}, f_{охр.}$  - відповідно частки площі сільськогосподарських угідь, лісу, рекреаційних та природоохоронних територій. Розрахунок інтегрального фактору розсіювання  $q_p$  здійснюється за формулою

$$q_p = \frac{0.2(A/A_0)^2}{(1+5V_H/V_C)h_u^{1/3}} \quad (4)$$

де  $A$  - коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери, яка визначає умови перенесення домішок в повітрі, встановлюється за методикою ГоскомгідрометаОНД-86;  $A = 120-250$ .  $A_0 = 200$ .  $V_H = 1$  м/с, якщо викидається холодна газова суміш або її обсяг невеликий;  $V_H = 5$  м/с для потужних гарячих джерел і  $V_H = 3$  м/с для інших джерел;  $V_c$  середньорічна швидкість вітру в зоні джерела забруднення (на рівні флюгера, тобто на висоті 10 м). При відсутності даних  $V_c = 3$  м/с;  $h_u$  - висота джерела викиду забруднюючих речовин, м.

Площа зони активного забруднення  $F$  (га) визначається за виразом

$$F = \pi r^2, \quad (5)$$

де  $r = 80 h_u$ , а  $h_u$  - висота джерела, причому якщо  $h_u$  обчислюється в метрах, то

$$F = 2h_u^2 \quad (6)$$

У формулі (3) частки площі лісу, сільськогосподарських, рекреаційних та природоохоронних територій знаходяться за співвідношеннями

$$f_{c.-x} = F_{c.-x} / F; \quad f_{лес} = F_{лес} / F; \quad f_{рек} = F_{рек} / F; \quad f_{охр} = F_{охр} / F, \quad (7)$$

де  $F_{c.-x}$ ,  $F_{лес}$ ,  $F_{рек}$ ,  $F_{охр}$  - площі угідь в га;  $F$  - загальна площа, га.

До рекреаційних зон відносяться території міських і приміських водойм, пляжів, парків, лісів, зон відпочинку, причому до числа приміських водойм і лісів відносяться ті, які знаходяться на відстані від межі міста, рівному  $\sqrt{N}$ , де  $N$  - число жителів міста в тис. людина.

Розрахунок щільності людей на забрудненій території  $n$  (люд./га) ведеться по співвідношенню

$$n = N / F, \quad (8)$$

де  $N$  - середня розрахункова чисельність людей в зоні активного забруднення, що визначається за рівнянням:

$$N = N_0 + 0,5N_1 + 0,5 N_2, \quad (9)$$

в якому:  $N_0$  - число людей, що працюють і живуть в зоні активного забруднення;  $N_1$  - число людей, що працюють в зоні активного забруднення, але живуть поза нею;  $N_2$  - число людей, що живуть в зоні активного забруднення, але працюють поза цією зоною.

Розрахунок наведених викидів шкідливих речовин в атмосферу  $M$  (т/рік) здійснюється за формулою



$$M = \sum a_i \cdot m_i \quad (10)$$

де  $a_i$  - вагові коефіцієнти  $i$ -го інгредієнта (табл. 2 – 4);  $m_i$  - викид  $i$ -го забруднюючої речовини, т/рік.

Значення наведених викидів шкідливих речовин розраховуються окремо для населення, основних виробничих фондів, сільськогосподарських, лісових, рекреаційних та охоронних територій

Таблиця 2 – Значення  $a$  для речовин, що забруднюють атмосферу

Забруднюючі речовини	ГДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>рз</sub> , мг/м <sup>3</sup>	$a$
Сірки діоксид	0,05	10	1
Сірководень	0,008	10	2,5
Вуглецю оксид	3	20	2,2
Оксиди азоту в перерахунку по масі на NO <sub>2</sub>	0,04	2	2,5
Летючі низькомолекулярні вуглеводні	1,5	100	0,3
Ацетон	0,35	200	0,08
Фенол	0,003	0,03	24
3,4-бенз (а) пірен	10 <sup>-6</sup>	0,00015	260
Сажа без домішок (пил вуглецю без урахування домішок)	0,05	4	1,6
Неорганічні сполуки свинцю	0,0003	0,01	410

Таблиця 3 – Орієнтовні значення  $a$  для пилу

Вид пилу	$a$
Золи вугілля	4
Коксова і агломераційна пил	5
Кам'яновугільна пил	2
Тверді частинки, що викидаються транспортними засобами з двигунами внутрішнього згорання, що працюють на етилованому бензині	25
То ж для дизелів; паливних установок, що спалюють мазут і газ	10
Цементний пил	2

Таблиця 4 – Значення  $a$  для реципієнтів

Забруднюючі речовини	Основні виробничі фонди, об'єкти ЖКГ	Сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території
Сірчаноокислий з'єднання	1	1
Азотнокислі з'єднання	1	1
Аміак, бензол, спирти	0,3	0,5
Летючі вуглеводні	0,5	0,5
Оксид вуглецю	0,05	0,05
Важкі і токсичні метали і їх оксиди	2	20
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	100	1000

Визначення питомої балансової вартості основних фондів у розрахунку на одиницю площі  $\bar{b}_c$  (млн грн./га) ведеться за формулою:

$$\bar{b}_c = S_6 / F \quad (11)$$

де  $S_6$  - балансова вартість основних виробничих фондів, млн грн.;  $F$  - площа зони активного забруднення (га), визначається за формулами (5) або (6). Значення  $\bar{b}_c$ , якщо немає даних, достатніх для отримання БС, приймаються рівними:

$$\bar{b}_c = 0,01 \text{ п (для селищних зон),} \quad (12)$$

$$\bar{b}_c = 0,02 \text{ п (для промислових зон),} \quad (13)$$

де  $n$  - щільність людей на території, чол/га.

**Оцінка кількості важких наслідків впливу токсикантів в повітрі на людей.** Для визначення числа додаткових випадків захворювань людей  $Ч_e$ , використовується формула

$$Ч_e = \sum_{i=l}^{\eta} \sum_{l=i}^k [p_e \cdot (D)]_{ij} \cdot N_{ij} = \sum_{i=l}^{\eta} \sum_{l=i}^k [\phi_r \cdot C \cdot v \cdot T \cdot N]_{ij} \quad (14)$$

де  $l$  - можливе число аварій;  $\eta$  - число рівнів доз токсикантів;  $k$  – число токсикантів;

$[p_e (D)]_{ij}$  - ймовірність, що залежить від фактору ризику токсиканти ( $\phi_r$ ,  $\text{мг}^{-1}$ ) і його дози  $D$  ( $\text{мг}$ );  $C$  - концентрація токсиканту,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$v$  - щодобовий обсяг повітря, що проходить через легені людини, тобто щодобове надходження шкідливої речовини в організм ( $v = 10,8 \text{ м}^3/\text{добу}$ );

$T$  - час впливу токсиканту в днях;

$N_{ij}$  - число людей, що піддаються дії токсикантів. Величина фактору ризику  $\phi_r$  встановлюється експериментально.

Таблиця 5 – Шкідливі речовини  $m_1$  (т/рік), що забруднюють атмосферу і впливають на здоров'я населення, і значення коефіцієнта  $a$  для розрахунку  $M_1$

Забруднюючі речовини	$m_1$ (т/рік)	$a$
Сірки діоксид	20	1
Сірководень	15	2,5
Вуглецю оксид	30	2,2
Азоту оксид	5	2,5
Вуглеводні	150	0,3
Ацетон	300	0,08
Фенол	1	24
3,4-бенз (а) пірен	2	260
Свинець	1,5	410
Золи вугілля	15	4
Агломераційна пил	10	5
Тверді частинки від ДВС, що працює на етілірованном бензині	20	25
Те ж для дизелів, що спалюють мазут і газ	17	10

Таблиця 6 – Шкідливі речовини  $m_2$  (т/рік), що забруднюють атмосферу і впливають на основні виробничі фонди, і значення коефіцієнта  $a$  для розрахунку  $M_2$

Забруднюючі речовини	$m_2$ , т/рік	$a$
Сірчаноокислий і азотнокислі з'єднання	15	1
Аміак, бензол, спирти	200	0,3
Летючі вуглеводні	150	0,5
Вуглецю оксид	30	0,05
Важкі і токсичні метали і їх оксиди	40	2
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	3	1000

Таблиця 7 – Шкідливі речовини  $m_3$  (т/рік), що забруднюють атмосферу і впливають на сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території, і значення коефіцієнта  $a$  для розрахунку  $M_3$

Забруднюючі речовини	$m_3$ , т/рік	$a$
Сірчаноокислий і азотнокислі з'єднання	15	1
Аміак, бензол, спирти	200	0,5
Летючі вуглеводні	150	0,5
Вуглецю оксид	30	0,05
Важкі і токсичні метали і їх оксиди	40	20
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	2,5	1000

Формула (14) справедлива за умови, що зв'язок між дозою і ризиком лінійна, а вплив шкідливої речовини не має порогу.

## 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

**Мета практичної роботи.** Закріпити теоретичні знання з даної теми та придбати практичні навички у визначенні наведеного навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території та проведенні аналізу отриманих результатів.

**Вихідні дані.** Визначити свій варіант за номером залікової книжки (якщо остання цифра 0 або 1 – I варіант, якщо остання цифра 2 або 3 – II варіант, якщо остання цифра 4 або 5 – III варіант, якщо остання цифра 6 або 7 – IV варіант, якщо остання цифра 8 або 9 – V варіант).

### 2.1 Приклад розрахунку

**Приклад.** Потрібно визначити навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території.

*Початкові дані.* Число людей, що працюють і живуть в зоні активного забруднення:  $N_0 = 70\ 000$  чоловік. Число людей, що працюють в забрудненій зоні, але живуть поза цією зоною:  $N_1 = 30\ 000$  чоловік. Число людей, що живуть в забрудненій зоні, але працюють поза її:  $N_2 = 20\ 000$  чоловік. Речовини, що викидаються в атмосферу, наведені в табл. 5-7.

Коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери:  $A = 140$ .  $A_0 = 200$ . Середня швидкість викидів газових сумішей з джерел  $V_n = 4$  м/с; середньорічна швидкість вітру  $V_c = 2,5$  м/с. Середня висота стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин  $h_i = 25$  м. Площі угідь (га): сільськогосподарські - 1000; лісові - 100; рекреаційні - 100; охоронювані - 50.

*Рішення.*

Розрахуємо інтегральний чинник розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері

$$q_p = \frac{0.2(140/200)^2}{(1+5*4/2.5)25^{1/3}} = 0,0037$$

Площа зони активного забруднення становить:

$$F = 2 * 252 = 1250 \text{ га.}$$

Частки угідь:

$$f_{c.-x.} = 0,8; \quad f_{лес} = 0,08; \quad f_{рек} = 0,08; \quad f_{охр} = 0,04.$$

Щільність людей на забрудненій території з урахуванням того, що

$$N = 70\,000 + 0,5 \cdot 30\,000 + 0,5 \cdot 20\,000 = 95\,000 \text{ чел.},$$

$$\text{дорівнює: } n = 95\,000/1250 = 76 \text{ чел./га.}$$

Питому балансову вартість основних виробничих фондів встановлюємо за формулою (13):

$$b_c = 0,02 \cdot 76 = 1,52 \text{ млн грн. / га.}$$

Значення  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  визначаємо за даними табл. 5 - 7 перемножимо маси речовин  $m$  (т/рік) на коефіцієнт  $a$  й підсумовуванням множників:

$$M_1 = 2144 \text{ т/рік}; \quad M_2 = 532 \text{ т/рік}; \quad M_3 = 3492 \text{ т/рік.}$$

Наведене навантаження викидів забруднюючих речовин на реципієнтів складе:

$$B_3 = 0,0037 [76 \cdot 2144 + 20 \cdot 532 \cdot 1,52 + 3492 (2 \cdot 0,8 + 0,08 + 0,08 \cdot 100 + 200 \cdot 0,04)] = 891 \text{ т.п.н/рік.}$$

*Приклад.* Потрібно визначити, скільки додаткових випадків онкологічних захворювань у людей можна очікувати від токсикантів-канцерогенів «х» і «у», що надходять в атмосферне повітря від промислового підприємства?

Початкові дані. В результаті досліджень виявлено, що  $\phi_r$  для токсиканти «х» дорівнює  $10^{-5} \text{ мг}^{-1}$ ; для «у»  $\phi_r = 10^{-6} \text{ мг}^{-1}$ ; концентрація  $C_x = 0,005 \text{ мг/м}^3$ ;  $C_y = 0,01 \text{ мг/м}^3$ ; час впливу токсиканту на населення  $T = 1,5$  року. Число жителів  $N_{ij} = 15\,000$ .

Рішення.

За формулою (14) знаходимо число додаткових випадків захворювань людей від токсикантів «х» і «у»:

$$C_e = [10^{-5} \cdot 0,005 \cdot 10,8 \cdot 365 \cdot 1,5 \cdot 15000] + [10^{-6} \cdot 0,01 \cdot 10,8 \cdot 365 \cdot 1,5 \cdot 15\,000] = 5,3 \quad ,$$

тобто для розглянутих умов викиди від промислового об'єкта можуть викликати додатково приблизно 5 випадків онкозахворювань.

### 3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

**Варіант 1.** Потрібно визначити навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території.

*Початкові дані.* Число людей, що працюють і живуть в зоні активного забруднення:  $N_0 = 60\ 000$  чоловік. Число людей, що працюють в забрудненій зоні, але живуть поза цією зоною:  $N_1 = 20\ 000$  чоловік. Число людей, що живуть в забрудненій зоні, але працюють поза її:  $N_2 = 10\ 000$  чоловік. Речовини, що викидаються в атмосферу, наведені в табл. 5-7.

Коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери:  $A = 120$ .  $A_0 = 200$ . Середня швидкість викидів газових сумішей з джерел  $V_n = 2$  м/с; середньорічна швидкість вітру  $V_c = 2,3$  м/с. Середня висота стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин  $h_i = 20$  м. Площі угідь (га): сільськогосподарські - 1000; лісові - 150; рекреаційні - 150; охоронювані - 50.

**Варіант 2.** Потрібно визначити, скільки додаткових випадків онкологічних захворювань у людей можна очікувати від токсикантів-канцерогенів «х» і «у», що надходять в атмосферне повітря від промислового підприємства?

*Початкові дані.* В результаті досліджень виявлено, що  $\phi_r$  для токсиканти «х» дорівнює  $10^{-5}$  мг<sup>-1</sup>; для «у»  $\phi_r = 10^{-6}$  мг<sup>-1</sup>; концентрація  $C_x = 0,007$  мг/м<sup>3</sup>;  $C_y = 0,02$  мг/м<sup>3</sup>; час впливу токсиканту на населення  $T = 2,0$  року. Число жителів  $N_{ij} = 13\ 000$ .

**Варіант 3.** Потрібно визначити навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території.

*Початкові дані.* Число людей, що працюють і живуть в зоні активного забруднення:  $N_0 = 70\ 000$  чоловік. Число людей, що працюють в забрудненій зоні, але живуть поза цією зоною:  $N_1 = 21\ 000$  чоловік. Число людей, що живуть в забрудненій зоні, але працюють поза її:  $N_2 = 11\ 000$  чоловік. Речовини, що викидаються в атмосферу, наведені в табл. 5-7.

Коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери:  $A = 200$ .  $A_0 = 200$ . Середня швидкість викидів газових сумішей з джерел  $V_n = 2,5$  м/с; середньорічна швидкість вітру  $V_c = 2,2$  м/с. Середня висота стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин  $h_i = 18$  м. Площі угідь (га): сільськогосподарські - 900; лісові - 160; рекреаційні - 140; охоронювані - 40.

**Варіант 4.** Потрібно визначити, скільки додаткових випадків онкологічних захворювань у людей можна очікувати від токсикантів-канцерогенів «х» і «у», що надходять в атмосферне повітря від промислового підприємства?

Початкові дані. В результаті досліджень виявлено, що  $\phi_r$  для токсиканти «х» дорівнює  $10^{-5} \text{ мг}^{-1}$ ; для «у»  $\phi_r = 10^{-6} \text{ мг}^{-1}$ ; концентрація  $C_x = 0,004 \text{ мг/м}^3$ ;  $C_y = 0,02 \text{ мг/м}^3$ ; час впливу токсиканту на населення  $T = 2,5$  року. Число жителів  $N_{ij} = 16\ 000$ .

**Варіант 5.** Потрібно визначити навантаження викидів забруднюючих речовин в атмосферу на населення, виробничі фонди, сільськогосподарські, лісові, рекреаційні та охоронювані території.

*Початкові дані.* Число людей, що працюють і живуть в зоні активного забруднення:  $N_0 = 40\ 000$  чоловік. Число людей, що працюють в забрудненій зоні, але живуть поза цією зоною:  $N_1 = 18\ 000$  чоловік. Число людей, що живуть в забрудненій зоні, але працюють поза її:  $N_2 = 9\ 000$  чоловік. Речовини, що викидаються в атмосферу, наведені в табл. 5-7.

Коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери:  $A = 140$ .  $A_0 = 200$ . Середня швидкість викидів газових сумішей з джерел  $V_n = 3 \text{ м/с}$ ; середньорічна швидкість вітру  $V_c = 2,5 \text{ м/с}$ . Середня висота стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин  $h_i = 22 \text{ м}$ . Площі угідь (га): сільськогосподарські - 800; лісові - 130; рекреаційні - 150; охоронювані - 60.

#### 4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як розраховується визначення питомої балансової вартості основних фондів у розрахунку на одиницю площі?
2. Що відбувається у водоймах при низьких значеннях рН?
3. Що використовують для визначення числа додаткових випадків захворювань людей?
4. Скільки виділяють механізми впливу  $\text{SO}_2$  на рослинність та які?
5. Що відбувається в ґрунті після потрапляння кислих опадів?
6. Як поділяються речовини за характером впливу атмосферного забруднення на людину?
7. Охарактеризуйте гіпотези утворення озонової діри.
8. Хто запропонував поняття, як максимально допустиме навантаження факторів середовища на людину і як воно розраховується?
9. Як ведеться розрахунок щільності людей на забрудненій території?
10. Як ведеться розрахунок наведених викидів шкідливих речовин в атмосферу?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Свидерська С.М. Збалансоване природокористування в галузі. Одеса: Вид-во „ТЭС”, 2015. 139 с.  
<http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/7183/>.
2. Жигайло О.Л. Поводження з відходами та вплив відходів виробництва і споживання на ґрунти і природні води. Конспект лекцій. Одеса, 2015. 104 С. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2216/>.
3. Аблеєва І. Ю. Екологія міських систем: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2020. 178 с.
4. Васюкова І.Г., Грошева О.І. Екологія : підручник. Київ : Кондор, 2009. 524 с.
5. Борисова С.В. Озон в атмосфері. Навчальний посібник. Одеса, 2011. 113 с.
6. Аблеєва І. Ю., Дроздова О. С. Основи токсикології та нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : конспект лекцій. Суми : Сумський державний університет, 2020. 260 с.
7. <http://library.odeku.edu.ua/> (офіційний веб-сайт бібліотеки ОДЕКУ).
8. <http://eprints.library.odeku.edu.ua/> (офіційний веб-сайт репозитарію бібліотеки ОДЕКУ).



## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни  
«Збалансоване природокористування та поводження з відходами в  
галузі»  
темою: «Оцінка впливу забруднення атмосфери на навколишнє  
середовище і населення»  
для студентів денної та заочної форми навчання.  
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Укладачі:

канд. геогр. наук., доц. Барсукова О.А.,  
канд. геогр. наук., ас. Костюкевич Т.К.

Підписано до друку

. Формат

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, вул. Львівська, 15

---