

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 1

Екологічне нормування

Навчальна мета:

Ознайомитись з екологічними нормативами як одним з головних елементів управління екологічною безпекою в практичній діяльності фахівців-екологів.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Проведення вступного контролю	20 хв.
3. Ознайомлення і закріплення знань з екологічного нормування ...	50 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.
4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.

5. Урбоекологія і техноекоекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекоекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекоекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекоекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекоекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Основна частина

Як зазначено в ст. 31 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», екологічна стандартизація і нормування проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

Нормування в галузі охорони довкілля становить діяльність компетентних органів по встановленню меж допустимого шкідливого впливу на навколишнє природне середовище з урахуванням сучасного науково-технічного розвитку.

Суть встановлення цього інституту обумовлена характером взаємодії суспільства і природи. Суспільство не може розвиватись, не впливаючи на природу. При сучасному розвитку науки і техніки зупинити виробничо-господарський вплив людини на довкілля неможливо і неможливо створити технології, які б не впливали на природу. Завдання полягає в тому, щоб обмежити цей вплив таким чином, щоб, з одного боку, не допустити гальмування розвитку

економіки, а з другого – забезпечити збереження довкілля і життя людини. Тобто екологічний норматив – це своєрідний компроміс між екологією і економікою, між екологічними і економічними інтересами, що дозволяє розвивати господарство і одночасно охороняти довкілля та життя людини.

Правове значення нормативів охорони довкілля полягає в тому, що вони є критерієм оцінки правомірності поведінки суб'єктів. Ці нормативи є обов'язковими для суб'єктів.

Система екологічних нормативів є досить розгорнутою. Стаття 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» не містить чіткої системи і класифікації екологічних нормативів. Разом з тим у системі екологічних нормативів можна виділити:

- нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин та гранично допустимі рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на довкілля. В літературі їх ще називають **нормативами екологічної безпеки або гігієнічними нормативами**. Це показники якості довкілля, які є своєрідними якісними обмеженнями на характеристики складу і властивостей природних компонентів. Вони мають бути однакові для всієї території. Більш суворіші нормативи можуть діяти в курортних, оздоровчих зонах;

- гранично допустимі викиди та скиди забруднюючих хімічних речовин у навколишнє природне середовище, рівні шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів (**виробничо-господарські нормативи**). Це, до певної міри, кількісні показники, що пред'являються до виробничих суб'єктів. Вони встановлюються стосовно окремих джерел впливу.

Як зазначено в ст. 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», можливе встановлення також *нормативів використання природних ресурсів* (більш точніше — *лімітів використання*) та інших екологічних нормативів.

Екологічні нормативи розробляють і вводять у дію державні природоохоронні органи, органи охорони здоров'я та інші уповноважені на те державні органи.

Гігієнічним нормативом називають чітко визначений діапазон параметрів фактора середовища, який є оптимальним, або принаймні не є небезпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності і здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. При такому нормуванні фактори навколишнього середовища не повинні негативно впливати на фізичний і психічний розвиток людини, її самопочуття, працездатність, репродуктивну функцію та санітарні умови життя. Іншими словами, гігієнічне нормування забезпечує оптимальний стан організму в процесі навчання, виховання, трудової діяльності і всього життя.

Для оцінювання екологічної безпеки території оперують такими поняттями, як: гранично допустимі концентрації (ГДК), гранично допустимі рівні (ГДР) і дози (ГДД).

Гранично допустима концентрація (ГДК) – така маса шкідливої речовини в одиниці об'єму (в мг на 1 м³ повітря, 1 л рідини чи 1 кг твердої речовини) окремих компонентів біосфери, періодичний чи постійний, цілодобовий вплив

якої на організм людини, тварин і рослин не викликає відхилень у нормальному їх функціонуванні протягом усього життя нинішнього та майбутніх поколінь.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – періодичний або постійний, протягом усього життя людини, вплив факторів оточуючого середовища (шуму, вібрацій, забруднень, низької температури тощо), який не викликає соматичних або психічних захворювань та змін у стані здоров'я.

Гранично допустима доза (ГДД) – кількість токсичної речовини, проникнення або вплив якої не пошкоджує організм і не призводить до негативних наслідків.

Нормативи якості атмосферного повітря

Концентрацію наявних у повітрі, воді чи ґрунті шкідливих домішок на певний час на певній території називають **фоновою концентрацією**. Контроль за якістю біосфери здійснюється зіставленням фонової концентрації з гранично допустимою:

$$\frac{C_{\phi}}{ГДК} \leq 1.$$

За щорічного масового використання близько тисячі нових хімічних речовин загальна їх кількість, що надходить у середовище проживання людини, перевищила 4 млн найменувань. Із них понад 40 тис. мають шкідливі для людини властивості. Нормативи ГДК, що затверджуються Міністерством охорони здоров'я України, встановлені для 600 речовин у повітряному середовищі, 200 – у водному та 100 – у ґрунті.

Усі шкідливі речовини за ступенем небезпечної дії на людину поділяються на чотири класи:

- I — надзвичайно небезпечні (нікель, ртуть);
- II — високонебезпечні (сірководень, діоксид азоту);
- III — помірно небезпечні (сажа, цемент);
- IV — малонебезпечні (бензин, фенол).

Чим шкідливіша речовина, то складніше здійснити захист атмосферного повітря, тим нижче його ГДК. Для кожної речовини встановлюються два нормативи: максимальна разова і середньодобова.

Максимальна разова ГДК встановлюється для відвернення рефлекторних реакцій у людини через подразнення органів дихання за короткочасного впливу (до 20 хв.) атмосферних забруднень. Оскільки концентрація забруднень в атмосферному повітрі не є постійною в часі та змінюється залежно від метеорологічних умов, рельєфу місцевості, характеру викиду, разові проби повітря слід відбирати кілька разів на добу впродовж 20-30 хв. Найвище значення забруднювальних речовин у повітрі, отримане завдяки аналізу багаторазово відібраних проб, називають максимальною разовою концентрацією.

Середньодобова ГДК встановлюється для запобігання негативного впливу на людський організм протягом цілодобового використання повітря. Середньодобова концентрація визначається як середньоарифметичне значення разових концентрацій у пробах атмосферного повітря впродовж 24 годин безперервно або з рівними інтервалами між відборами.

Для недопущення викиду в атмосферу понаднормативних об'ємів шкідливих твердих речовин розроблено нормативи гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Деякі ГДК шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів

Речовина	ГДК (максимальна разова), мг/м ³	ГДК (середньодобова), мг/м ³
Нітробензол	0,008	0,008
Сірчистий газ	0,5	0,05
Сірководень	0,008	0,008
Хром (шестивалентний)	0,0015	0,0015
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Кіптява (сажа)	0,15	0,05
Пари сірчаної кислоти	0,3	0,1
Хлор	0,1	0,03
Чадний газ	3,0	1,0
Пари оцтової кислоти	0,2	0,06
Ацетон	0,35	0,35
Нафталін	0,003	0,003
Пеніцилін	0,05	0,002
Аміак	0,2	0,004
Пари фтороводню	0,02	0,005

Використовуються два типи ГДК: у повітрі робочої зони (ГДК_{р.з.}) і населеного пункту (ГДК_{н.п.}). ГДК_{р.з.} — це концентрація, яка за щоденного 8-годинного перебування (крім вихідних днів) на роботі (не більш як 41 година на тиждень) протягом усього робочого стану не може спричинити захворювань чи відхилень у стані здоров'я людей для нинішнього та наступного покоління. ГДК_{н.п.} враховує перебування людей цілодобово. Всі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони порівнюються з максимальними разовими (протягом 30 хв.), а в повітрі населеного пункту — із середньодобовими за 24 години.

Різні токсичні речовини можуть чинити подібний несприятливий вплив на організм. У таких випадках відбувається **ефект сумачії**, або **синергізму**. Його мають фенол і ацетон, валеріанова і капронова кислоти, озон, діоксид азоту і формальдегід та ін. За наявності в атмосфері домішок, щодо яких визначено необхідність урахування сумісної шкідливої дії, як критерії для встановлення ГДК використовуються вимоги про виконання співвідношення:

$$\frac{C_{\phi 1}}{ГДК_1} + \frac{C_{\phi 2}}{ГДК_2} + \frac{C_{\phi 3}}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_{\phi n}}{ГДК_n} \leq 1.$$

Наприклад, фонові концентрації ацетону і фенолу — відповідно 0,345 і 0,009 мг/м³, тоді як ГДК ацетону — 0,35, а ГДК фенолу — 0,01 мг/м³, тобто обидві речовини наявні в концентраціях менших, ніж установлені для них ГДК. Однак цим речовинам властивий ефект сумачії, тобто їхня сумарна концентрація (0,345 + 0,009 = 0,354) вища, ніж будь-яка з ГДК, установлена для кожної речовини окремо. А це означає, що забруднення повітря перевищує допустимі норми.

Нормування викидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих викидів цих речовин в атмосферу (ГДВ). ГДВ – це маса викидів шкідливих речовин за одиницю часу від одного або сукупності джерел забруднення атмосфери міста чи іншого населеного пункту з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, що створює приземну концентрацію, яка не перевищує гранично допустимі їх концентрації для населення, рослинного і тваринного світу, якщо немає більш жорстких екологічних вимог і обмежень. Одиниця виміру ГДВ – грам на секунду (1 г/с) встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери за умови, що викиди шкідливих речовин від цього джерела і від сукупності інших джерел з урахуванням розсіювання їх в атмосфері не створять приземної концентрації шкідливих речовин, яка перевищить ГДК.

ГДВ встановлюються для кожного джерела забруднення атмосфери на діючому підприємстві за умови, що викиди шкідливих речовин від одного або сукупності джерел населеного пункту з урахуванням перспективи промислового розвитку і розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері не створять приземну концентрацію, що перевищує ГДК. У разі, коли значення ГДВ з об'єктивних причин на підприємстві не можуть бути забезпечені, виконується поетапне скорочення викидів забруднювальних речовин до значень, які забезпечують додержання ГДВ.

Для неорганізованих викидів і сукупності дрібних джерел (вентиляційні викиди з одного виробничого приміщення) встановлюють сумарні значення ГДВ. При визначенні ГДВ для джерела забруднення атмосфери враховують одержані розрахунковим або експериментальним методом значення фонових концентрацій забруднювальних речовин у повітрі від інших джерел (у тому числі і від автотранспорту) міста або іншого населеного пункту.

Значення фонового забруднення атмосфери включає забруднення, яке виникло в результаті транскордонного переносу шкідливих речовин, що має певне значення для прикордонних регіонів.

Нормативи в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів

Нормування скидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих скидів речовин із стічними водами у водні об'єкти (ГДС). ГДС – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водоспоживання, асиміляційних властивостей водного об'єкта і оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами, які скидають стічні води.

Нормування якості води пов'язане з категорією водокористування:

1 – господарсько-питного водопостачання населення і підприємств харчової промисловості;

2 – культурно-побутового призначення (для купання, спорту, відпочинку населення);

3 – рибогосподарського призначення — для збереження і відтворення цінних видів риби, які мають високу чутливість до кисню;

4 – рибогосподарського призначення для інших видів риби.

Для кожної з цих категорій встановлено нормативи на якість води у місцях водокористування (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

Назва речовини	ГДК, мг/л	Назва речовини	ГДК, мг/л
Аміак (за азотом)	2,0	Кремній	10,0
Амонія сульфат (за азотом)	1,0	Марганець	0,1
Активний хлор	Відсутня	Мідь	1,0
Ацетон	2,2	Натрій	200,0
Бензол	0,5	Нафтопродукти	0,1
Дихлоретан	ОДР 0,02	Фенол	0,001
Залізо	0,3	Хром (С23+)	0,5
Кадмій	0,001	Хром (С26+)	0,05
Капролактам	1,0	Цинк	1,0
Кобальт	0,1	Етиленгліколь	1,0

Нормативи в галузі використання і охорони ґрунтів

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Розроблено методичні рекомендації щодо встановлення ГДК хімічних речовин у ґрунтах. Гранично допустима кількість (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти, означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти, і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Значення ГДК хімічних речовин в ґрунтах

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Назва речовини	ГДК, мг/м ³
Ванадій	150	Цинк	23
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Нітрати	130
Марганець, вилучений з:		Миш'як	20
– чорнозему	700	Сірководень	0,4
– дерно-підзолистого ґрунту:		Фосфор (суперфосфат)	200
pH= 4	300	Фториди — водорозчинна форма	10
pH= 5,1-5,9	400	Бензол	0,3
pH= 6	500	Ізопропилбензол	0,5
Мідь (рухлива форма)	3,0	Ксилоли	0,3
Нікель	4,0	Стирол	0,1
Ртуть	2,1	Голуол	0,3
Свинець	32	Рідкі компл. добрива з додаванням марганцю	80
Свинець (рухлива форма)	6,0	Азотно-калійні добрива	120

Хром	6,0	Поверхнево активні речовини	0,2
------	-----	-----------------------------	-----

Екологічні нормативи та стандарти якості навколишнього середовища

Фактичне забруднення навколишнього, середовища оцінюють у вигляді реального навантаження хімічних, біологічних і фізичних факторів. Власне це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я населення. З цієї причини введено ще одне поняття гігієнічного (екологічнобезпечного) нормування – це *максимально допустиме навантаження* (МДН).

МДН – це максимальна інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя. МДН і є тим гігієнічним нормативом, який відображає усю складність взаємодії організму і середовища і є критерієм якості середовища. Інші гігієнічні нормативи, а саме ГДК, ГДД, і ГДР, дозволяють визначити рівні впливу лише окремих факторів навколишнього середовища і розробити заходи, спрямовані на оздоровлення лише певних об'єктів середовища (наприклад, зниження рівнів певних хімічних, фізичних і біологічних факторів).

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 2

Оцінка відповідності повітря санітарним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність повітря санітарним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Завдання

В атмосферному повітрі міститься А мг/м³ SO₂, Б мг/м³ NO₂, В мг/м³ CO, Г мг/м³ пилу. Вітром з території розташованого поблизу промислового об'єкта занесено додатково Д мг/м³ пилу і Е мг/м³ SO₂.

Визначити класи небезпеки забруднюючих речовин атмосфери. Оцінити відповідність повітря санітарним нормам.

Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Тип повітря	Фонова концентрація, мг/м ³				Внесено, мг/м ³	
		А, SO ₂	Б, NO ₂	В, СО	Г, пыль	Д, пыль	Е, SO ₂
1	Населений пункт	0,04	0,05	2	0,1	0,002	0,003
2	-«-	0,05	0,03	3	0,2	0,003	-
3	-«-	0,06	0,03	1,5	0,1	-	0,002
4	-«-	0,03	0,05	2	0,1	-	-
5	-«-	0,06	0,02	1	0,2	0,003	0,003
6	Будинок відпочинку	0,03	0,04	1	0,05	0,001	0,002
7	-«-	0,04	0,02	2	0,1	0,002	-
8	-«-	0,05	0,03	1	0,05	-	0,002
9	-«-	0,02	0,04	1	0,05	-	-
10	-«-	0,05	0,01	0,5	0,1	0,002	0,002
11	Робоча зона	0,08	1,8	5	2	-	-
12	-«-	0,10	2,0	10	5	1	0,05
13	-«-	0,2	3,0	15	4	1	-
14	-«-	0,15	1,0	20	3	-	0,05
15	-«-	0,2	1,8	10	5	0,5	0,08
16	Населений пункт	0,04	0,04	3	0,2	0,005	0,004
17	-«-	0,05	0,04	2	0,3	0,004	-
18	-«-	0,06	0,03	1	0,2	-	0,005
19	-«-	0,03	0,05	2	0,1	-	-
20	-«-	0,06	0,05	1	0,1	0,004	0,005
21	Будинок відпочинку	0,03	0,03	2	0,1	0,003	0,004
22	-«-	0,04	0,03	1	0,3	0,004	-
23	-«-	0,05	0,02	0,5	0,2	-	0,003
24	-«-	0,02	0,04	1	0,5	-	-
25	-«-	0,06	0,04	0,5	0,5	0,005	0,005
26	Робоча зона	0,08	2,0	4	4	-	-
27	-«-	0,1	2,2	8	5	0,5	0,05
28	-«-	0,2	3,0	10	2	0,5	-
29	-«-	0,15	1,5	15	3	-	0,05
30	-«-	0,2	1,5	20	4	0,4	0,08

Пояснення до практичного завдання

а) Визначення відповідності повітря санітарним нормам

Відповідність повітря санітарним нормам визначають за такими формулами:

для повітря населених місць –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{с.д.}} \leq 1,$$

для повітря курортів, санаторіїв, будинків відпочинку –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{с.д.}} \leq 0,8,$$

для повітря робочої зони –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{р.з.}} \leq 1,$$

де C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$;

C_i^ϕ – фонові концентрації i -ої забруднюючої речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{с.д}}$ – гранично допустима концентрація речовини в повітрі населених пунктів середньодобова, $\text{мг}/\text{м}^3$ (табл. 2);

$\text{ПДК}_{\text{р.з}}$ – гранично допустима концентрація речовини в повітрі робочої зони, $\text{мг}/\text{м}^3$ (табл. 2).

Дані співвідношення повинні виконуватися для кожної забруднюючої речовини, що міститься у повітрі. Якщо речовини мають односпрямований характер, то формули мають такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{с.д}}} \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{с.д}}} \leq 0.8, \quad \sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{р.з}}} \leq 1,$$

де n – кількість речовин, що мають односпрямовану дію, наприклад: оксиди сірки і азоту; кислоти; луги та ін.

Таблиця 2 – Гранично допустимі концентрації речовин

Речовина	ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	
	Населених пунктів, середньодобова	Робочої зони
Оксид азота (IV)	0,04	0,1
Оксид серы (IV)	0,05	2,0
Оксид углерода (II)	3,0	20,0
Пыль	0,15	4,0

б) Визначення класу небезпеки забруднюючої речовини

Клас небезпеки забруднюючої речовини визначається відповідно до ГОСТ 12.1.007-90 ССБТ «Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки» за величиною гранично допустимої концентрації цієї речовини в повітрі робочої зони (табл.3).

Таблиця 3 – Класи небезпеки речовин

Клас небезпеки	ГДК _{р.з.} , $\text{мг}/\text{м}^3$
1 – надзвичайно небезпечні	< 0,1
2 – високонебезпечні	0,1...1,0
3 – помірно небезпечні	1,1...10
4 – малонебезпечні	> 10

Приклад рішення завдання

В атмосферному повітрі над територією будинку відпочинку фонові концентрації речовин дорівнюють: $C_{\text{SO}_2}^\phi = 0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_{\text{NO}_2}^\phi = 0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_{\text{CO}}^\phi = 0,5 \text{ г}/\text{м}^3$; $C_{\text{пилу}}^\phi = 0,06 \text{ мг}/\text{м}^3$. Вітром на територію будинку відпочинку занесено

0,002 мг/м³ пилу і 0,004 мг/м³ SO₂. Оцінити відповідність повітря санітарним нормам.

Рішення:

Повітря відповідає санітарним нормам, якщо виконується така умова:

$$\frac{C_{CO}^{\phi} + C_{CO}}{ГДК_{c.д.}(CO)} \leq 0,8; \quad \frac{C_{пилу}^{\phi} + C_{пилу}}{ГДК_{c.д.}(пилу)} \leq 0,8;$$

Оскільки SO₂ и NO₂ мають односпрямовану дію, то повинна виконуватися така умова:

$$\frac{C_{SO_2}^{\phi} + C_{SO_2}}{ГДК_{c.д.}(SO_2)} + \frac{C_{NO_2}^{\phi} + C_{NO_2}}{ГДК_{c.д.}(NO_2)} \leq 0,8;$$

Для CO: $\frac{0,5}{3} \leq 0,8$; $0,167 < 0,8$ – умова виконується.

Для пилу: $\frac{0,06 + 0,002}{0,15} \leq 0,8$; $0,41 < 0,8$ – умова виконується.

Для SO₂ и NO₂: $\frac{0,01 + 0,004}{0,05} + \frac{0,01}{0,04} \leq 0,8$; $0,28 + 0,25 \leq 0,8$; $0,53 < 0,8$ – умова

виконується.

Висновок: повітря над територією будинку відпочинку відповідає санітарним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 3

Оцінка відповідності повітря в робочому приміщенні санітарним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність повітря в робочому приміщенні санітарним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Завдання

Вміст пилу в робочому приміщенні становить A кг, після очищення зменшився на B кг. Визначити ступінь очищення повітря, коефіцієнт проскакування газопиловловлювача, концентрацію пилу в повітрі приміщення. Чи відповідає повітря в приміщенні санітарним нормам? Обсяг приміщення становить D м³.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Маса пилу у робочому приміщенні		Об'єм приміщення Д, тис. м ³
	до очищення А, кг	після очищення зменшилася на В, кг	
1	0,25	0,2	4,8
2	0,23	0,18	4,8
3	0,3	0,25	4,8
4	0,35	0,3	4,8
5	0,25	0,2	4
6	0,23	0,18	4
7	0,3	0,25	4
8	0,35	0,3	4
9	0,25	0,2	5
10	0,23	0,18	5
11	0,3	0,25	5
12	0,35	0,3	5
13	0,25	0,2	5,5
14	0,23	0,18	5,5
15	0,30	0,25	5,5
16	0,35	0,3	5,5
17	0,35	0,3	4,8
18	0,3	0,25	4,8
19	0,25	0,2	4,8
20	0,2	0,15	4,8
21	0,35	0,3	4
22	0,3	0,25	4
23	0,25	0,2	4
24	0,2	0,15	4
25	0,35	0,3	5
26	0,3	0,25	5
27	0,25	0,2	5
28	0,2	0,15	5
29	0,35	0,33	3
30	0,35	0,3	4

Пояснення до практичного завдання***Визначення ефективності роботи газопиловловлювача***

Ступінь очищення повітря від пилу визначають за формулою

$$h = 100 (m_0 - m) / m_0,$$

де h – ступінь очищення повітря, %;

m_0, m – маса часток пилу у повітрі до і після очищення, кг.

Коефіцієнт проскакування газопиловловлювача визначають за формулою

$$E = 100 - h.$$

Концентрацію пилу у повітрі після очищення визначають за формулою

$$C = m / V,$$

де m – маса пилу у повітрі, мг; V – об'єм приміщення, м^3 .

Приклад рішення практичного завдання

Вміст пилу в робочому приміщенні становив 0,23 кг. Після очищення він зменшився на 0,2 кг. Обсяг приміщення – 4,8 тис. м^3 . Визначити ступінь очищення повітря від пилу, коефіцієнт проскакування пилоловлювача, концентрацію пилу в приміщенні після очищення і порівняти її з ГДК.

Рішення:

Визначимо ступінь очищення повітря від пилу:

$$\eta = \frac{0,2}{0,23} \cdot 100 = 87\%.$$

Коефіцієнт проскакування пилоловлювача дорівнює:

$$E = 100 - 87 = 13\%.$$

Визначимо масу пилу в приміщенні після очищення:

$$m_0 - m = 0,2 \text{ кг};$$

$$m = m_0 - 0,2 = 0,23 - 0,2 = 0,03 \text{ кг}.$$

Визначимо концентрацію пилу в приміщенні після очищення:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{0,03 \cdot 10^6}{4,8 \cdot 10^3} = 6,25 \text{ мг/м}^3.$$

ГДК_{пилу} в робочій зоні – 4 мг/м^3 .

Концентрація пилу в приміщенні після очищення перевищує ГДК, значить, повітря в приміщенні не відповідає санітарним нормам:

$$\frac{C_{\text{пилу}}}{\text{ГДК}_{\text{пилу}}} = \frac{6,25}{4} = 1,54 > 1.$$

Висновок: $\eta = 87\%$; $E = 13\%$; $C = 6,25 \text{ мг/м}^3$; повітря в приміщенні не відповідає санітарним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 4

Оцінка відповідності водойми санітарно-токсикологічним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність водойми санітарно-токсикологічним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Завдання

У водойму місткістю $A \text{ м}^3$ з дощовими водами об'ємом $B \text{ м}^3$ занесено D т нітрату амонію (NH_4NO_3), що використовується на полях в якості добрива. Визначити відповідність водойми санітарно-токсикологічними нормам. Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Об'єм водойми А, м ³	Об'єм дощових вод В, м ³	Кількість занесених нітратів Д, т
1	120000	1500	2
2	-«-	2000	3
3	-«-	1000	1
4	-«-	1800	2
5	-«-	2000	3,5
6	160000	1500	2
7	-«-	2000	3
8	-«-	1000	1
9	160000	1800	2
10	-«-	2000	3,5
11	100000	1500	2
12	-«-	2000	3
13	-«-	1000	1
14	-«-	1800	2
15	-«-	2000	3,5
16	180000	1500	2
17	-«-	2000	3
18	-«-	1000	1
19	-«-	1800	2
20	-«-	2000	3,5
21	130000	1500	2
22	-«-	2000	3
23	-«-	1000	1
24	-«-	1800	2
25	-«-	2000	3,5
26	160000	1800	2
27	-«-	2500	3
28	-«-	1500	1
29	-«-	2800	2
30	-«-	2500	3,5

Пояснення до практичного завдання

Визначення відповідності водойми санітарно-токсикологічними нормам
Водойма відповідає санітарно-токсикологічними нормами в разі виконання наступної умови

$$C_i \leq ГДК_i,$$

де C_i – концентрація забруднюючої речовини (іону), мг/л;

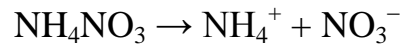
$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини (іону) для води господарсько-питного призначення, мг/л (табл. 2).

Таблиця 2 – Гранично допустимі концентрації іонів для води господарсько-питного призначення

Речовина (іон)	ГДК, мг/л
NH_4^+	0,39
NO_3^-	9,0

Етапи виконання:

Запишемо рівняння дисоціації нітрату амонію в воді:



Отже, оцінити відповідність водойми санітарно-токсикологічним нормам потрібно за концентрацією двох іонів: NH_4^+ и NO_3^- .

Розглянемо розрахунок концентрації одного іону NH_4^+ . Для другого іону розрахунок проводиться аналогічно.

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4^+}}{V},$$

де $C_{\text{NH}_4^+}$ – концентрація іонів NH_4^+ у водоймі, мг/л;

$m_{\text{NH}_4^+}$ – маса іонів NH_4^+ , що знаходяться у водоймі, мг;

V – об'єм води у водоймі, л,

$$V = V_1 + V_2,$$

де V_1 – місткість водойми, л;

V_2 – об'єм дощових вод, що потрапили у водойму, л.

Для того, щоб визначити масу іонів NH_4^+ , що знаходяться у водоймі, складемо пропорцію:

$$\frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = \frac{m_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4^+}},$$

де $m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ – маса нітрату амонію, занесеного у водойму, г;

$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ – молярна маса нітрату амонію, г/моль;

$M_{\text{NH}_4^+}$ – молярна маса іону NH_4^+ , г/моль;

$m_{\text{NH}_4^+}$ – маса іонів NH_4^+ , що містяться у водоймі, г.

З пропорції знаходимо $m_{\text{NH}_4^+}$:

$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}.$$

Якщо виконуються умови:

$$\frac{C_{\text{NH}_4^+}}{\text{ГДК}_{\text{NH}_4^+}} \leq 1 \quad \text{та} \quad \frac{C_{\text{NO}_3^-}}{\text{ГДК}_{\text{NO}_3^-}} \leq 1,$$

то вода відповідає санітарно-токсикологічними нормам.

Приклад рішення практичного завдання

У водойму ємністю 115000 м^3 з дощовими водами об'ємом 1000 м^3 занесено $1,5 \text{ т NH}_4\text{NO}_3$, що використовується на полях в якості добрива. Визначити відповідність водойми санітарно-токсикологічними нормам. Визначаємо масу іона NH_4^+ , що потрапив у водойму:

$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}$$

Розраховуємо молярну масу NH_4NO_3 :

$$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = A_N + 4A_H + A_N + 3A_O = 14 + 4 + 14 + 3 \cdot 16 = 80 \text{ г/моль.}$$

Розраховуємо молярну масу NH_4^+ :

$$M_{\text{NH}_4^+} = A_N + 4A_H = 14 + 4 \cdot 1 = 18 \text{ г/моль.}$$
$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 18}{80} = 0,34 \cdot 10^6 \text{ г} = 0,34 \cdot 10^9 \text{ мг.}$$

Аналогічно визначаємо масу іону NO_3^- , що потрапив у водойму:

$$m_{\text{NO}_3^-} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NO}_3^-}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}$$

Розраховуємо молярну масу NO_3^- :

$$M_{\text{NO}_3^-} = A_N + 3A_O = 14 + 3 \cdot 16 = 62 \text{ г/моль.}$$
$$m_{\text{NO}_3^-} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 62}{80} = 1,16 \cdot 10^6 \text{ г} = 1,16 \cdot 10^9 \text{ мг.}$$

Розраховуємо об'єм води у водоймі:

$$V = 115000 + 1000 = 116000 \text{ м}^3 = 0,116 \cdot 10^9 \text{ л.}$$

Визначаємо концентрацію іону NH_4^+ у водоймі:

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{0,34 \cdot 10^9}{0,116 \cdot 10^9} = 2,93 \text{ мг/л.}$$

Визначаємо концентрацію іону NO_3^- у водоймі:

$$C_{NO_3^-} = \frac{1.16 \cdot 10^9}{0.116 \cdot 10^9} = 10 \text{ мг/л.}$$

Визначаємо відповідність води у водоймі санітарно-токсикологічним нормам:

$\frac{C_{NH_4^+}}{ГДК_{NH_4^+}} = \frac{2,93}{0,39} = 7,5 > 1$, це означає, що вода не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

$\frac{C_{NO_3^-}}{ГДК_{NO_3^-}} = \frac{10}{9} = 1,1 > 1$, це означає, що вода не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

Висновок: вода у водоймі не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 5

Визначення впливу повітряних ліній електропередач на навколишнє середовище

Навчальна мета:

Навчитися визначати вплив повітряних ліній електропередач на навколишнє середовище

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.

5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.

6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.

7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.

8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.

9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.

10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.

11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.

12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.

13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Тривале знаходження протягом місяців і років людей в зоні ЛЕП, що випромінює електромагнітні коливання і створює електромагнітне поле, веде до негативних змін в організмі. Подібний стан викликає порушення в нервовій, серцево-судинній, ендокринній, статевій, гематологічній, імунній системах і збільшує небезпеку розвитку онкопатології. Саме тому для захисту людей від шкідливого впливу електромагнітного поля вздовж проходження високовольтної лінії мають встановлюватися санітарно-захисні зони, розмір яких встановлюється з урахуванням напруги ЛЕП.

Таблиця 1 – Допустима напруга електричного поля під ВЛ

Вид місцевості	Допустима напруженість (ГДУ), кВ/м
Важкодоступна місцевість (болота, гори)	20
Ненаселена місцевість	15
Перетини з дорогами	10
Населена місцевість	5
Житлові будинки	1,5

Таблиця 2 - Відстані від крайніх проводів ВЛ до найближчих будівель (санітарно-охоронна зона)

Напруга, кВ	Санітарно-охоронна зона, м
220	25
330	30
500	30
750	40

Розрахунок електричного поля повітряних ліній

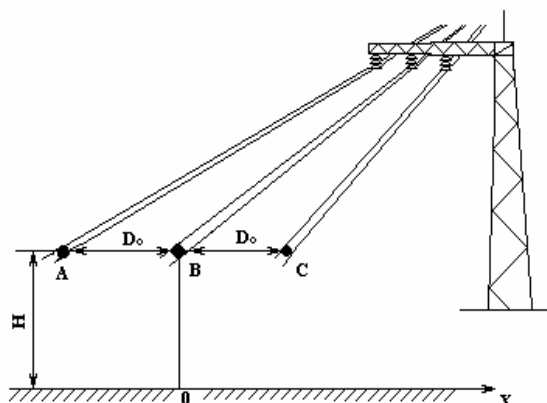


Рисунок 1 – Розрахункова схема електричного поля повітряних ліній, де А, В, С – дроти повітряної лінії відповідно фаз А, В, С

Напруга електричного поля, що створюється повітряними лініями на поверхні землі (рис. 1) визначається за формулою 1:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \left[\frac{2 \cdot H}{(X - D_0)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + D_0)^2 + H^2} \right], \quad (1)$$

- Е – напруга електричного поля, кВ/м,
- С – ємність одиниці довжини лінії, Ф/м,
- U – номінальна напруга, кВ,
- $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл·Н/м – діелектрична постійна,
- H – висота підвісу проводу, м,
- D_0 – відстань між проводами, м,
- X – відстань до розрахункової точки, м.

Ємність одиниці довжини визначається за формулою:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot D_o}{d}\right)}, \quad (2)$$

де d – діаметр проводу, м.

Розрахунок шуму повітряних ліній

Допустимий рівень шуму на території, що безпосередньо прилягає до житлових будинків, складає 45 дБА.

Рівень звуку на відстань 100 м від крайньої фази в залежності від напруги поля на проводах визначається за формулою:

$$L = 20 + 0,0111 \cdot E_{\max} + 900 \cdot r + 15 \cdot \lg n - 20 \cdot \lg B, \quad (3)$$

L – рівень звуку, дБА,

E_{\max} – діюче значення максимальної напруженості на поверхні проводу, кВ/м,

r – радіус проводу, м,

n – число проводів у фазі,

B – відстань від крайньої фази.

Максимальна напруженість на поверхні проводу визначається за формулою:

$$E_{\max} = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_o \cdot r} \quad (4)$$

Завдання до практичної роботи

1) Розрахувати для заданого варіанта (табл.3) напругу електричного поля, створюваного повітряною лінією електропередач в точках з координатами $X = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ м. Порівняти отримані значення з допустимими величинами (табл. 1).

2) Визначити в якій місцевості можна прокласти дану лінію електропередач. Побудувати графік $E = f(X)$.

3) Розрахувати шум на відстані 100 м від крайньої фази повітряної лінії. Зробити висновок про можливість прокладки ВЛ поблизу житлових будинків, для яких допустимий рівень шуму становить 45 дБА.

Приклад розрахунку

Вихідні дані:

№	Напруга $U, \text{кВ}$	Перетин дроту, $S, \text{мм}^2$	Число проводів у фазі, n	Відстань між фазами, $D_o, \text{м}$	Висота підвісу проводу, $H, \text{м}$
	330	400	2	4	8

Визначимо діаметр проводу: $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $d = 0,0226 \text{ м}$ $r = 0,0113 \text{ м}$

Ємність одиниці довжини лінії:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot D_0}{d}\right)} = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot 4}{0,0226}\right)} = 9,4 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Напряга електричного поля:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \left[\frac{2 \cdot H}{(X - D_0)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + D_0)^2 + H^2} \right] =$$

$$= \frac{9,4 \cdot 10^{-12} \cdot 330}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \left[\frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right] =$$

$$= 32,3 \cdot \left[\frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right]$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.

Ширина охоронної зони при $U = 330 \text{ кВ}$ становить 30 м.

Таблиця 3

X, м	E, кВ/м
0	-0,8075
10	2,5985
20	0,6543
30	0,2185
40	0,0955
50	0,0496

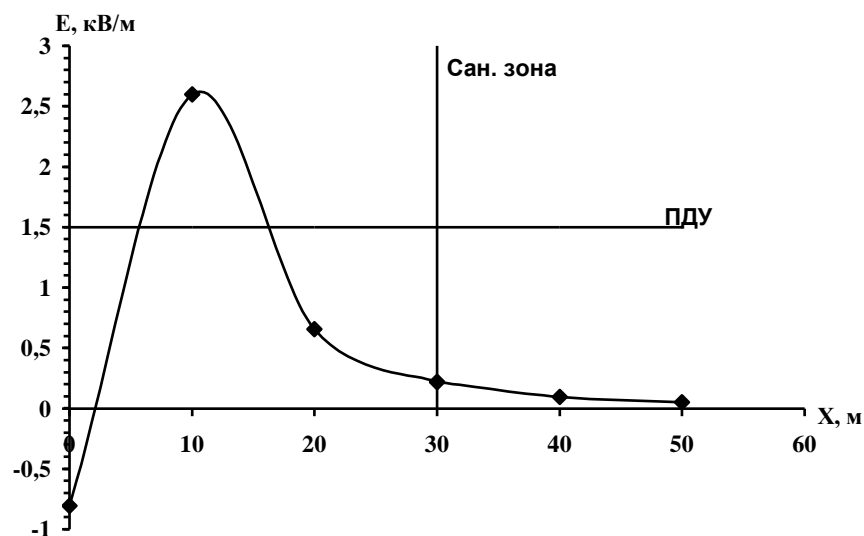


Рисунок 2 – Залежність напруженості електричного поля від відстані

Висновок: На границі охоронної зони (30 м) напруга електричного поля нижче допустимої для житлової забудови. Отже, за межами охоронної зони можна вести житлове будівництво.

Розрахунок шуму:

$$E = \frac{C \cdot U}{2\sqrt{3} \pi \epsilon_0 \cdot r} = \frac{9,4 \cdot 10^{-12} \cdot 330}{2\sqrt{3} \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,0113} = 3863 \text{ кВ/м}$$

$$L = 20 + 0,0111 \cdot E_{\max} + 900 \cdot r + 15 \cdot \lg n - 20 \lg B =$$

$$= 20 + 0,0111 \cdot 3863 + 900 \cdot 0,0113 + 15 \lg 2 - 20 \lg 100 = 11,68 \text{ дБ}$$

Висновок: шум на відстані 100 м від ЛЕП 330 кВ становить 11,68 дБА, що є нижче допустимого.

Варіанти завдань

№	Напруга U, кВ	Перетин дроту, S, мм ²	Число проводів у фазі, n	Відстань між фазами, Do, м	Висота підвісу проводу, H, м
1	220	240	1	7	17,5
2	220	300	1	8	20,5
3	220	330	1	9	22,5
4	220	400	1	10	17,5
5	220	500	1	11	20,5
6	220	600	1	12	22,5
7	330	240	1	9	10,7
8	330	300	1	10	17,5
9	330	330	1	11	20,5
10	330	400	2	12	22,5
11	330	500	2	13	25,5
12	330	600	2	14	22,5
13	500	300	2	12	17
14	500	300	2	13	22
15	500	330	2	14	27
16	500	400	3	14	17
17	500	500	3	15	22
18	500	600	3	15	27
19	750	240	3	17,5	28
20	750	300	3	18	30
21	750	400	4	18,5	32
22	750	400	4	19	35
23	750	500	4	19,5	32
24	750	500	4	20	35
25	220	240	1	9	20,5
26	330	300	1	12	22,5
27	500	400	2	15	27
28	750	500	3	18	30
29	330	500	2	13	20,5
30	500	600	2	14	22,5

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 6

Розрахунок електромагнітного випромінювання, що створюється телевізійною станцією

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати рівень електромагнітного випромінювання, що створюється телевізійною станцією, та визначати безпечну відстань до неї.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.

5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.

6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.

7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.

8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.

9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.

10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.

11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.

12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.

13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Нормування електромагнітного випромінювання.

Санітарні правила і норми СанПіН 2.2.4.1191-03 «Електромагнітні поля у виробничих умовах» встановлюють гранично-допустимі рівні (ГДР) впливу на людей електромагнітних випромінювань у діапазоні частот 30 кГц – 300 ГГц.

Таблиця 1 – Гранично допустимі рівні ЕМВ, що створюються телевізійними станціями

Частота, МГц	ГДР, В/м
30-60	5
60-120	4
120-240	3
240-300	2,5

При одночасному опроміненні від декількох джерел, для яких встановлено різні ГДР, має дотримуватися така умова:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{\text{ГДР}_i} \right)^2 \leq 1, \quad (1)$$

де E_i – напруженість електричного поля, створюваного i -джерелом, В/м,
 ГДР_i – гранично-допустимий рівень для i -джерела, В/м.

Для захисту населення від ЕМВ потужних телерадіостанцій (понад 100 кВт) короткохвильового діапазону, вони повинні розміщуватися за межами населених місць, поодаль від житлової забудови.

Навколо телерадіостанцій створюють санітарно-захисні зони (СЗЗ), розміри яких повинні забезпечувати ГДР ЕМВ у населених місцях (табл. 2).

Таблиця 2 – Розміри СЗЗ

Сумарна потужність передавача, кВт	Розміри санітарної зони, м
до 10	у межах технічної території
10-75	200-300
75-160	400-500
більш ніж 160	500-1000

СЗЗ розділяється на зону строгого режиму (50-100 м) і зону обмеженого користування в залежності від потужності передавача. У зоні суворого режиму допускається перебування тільки працівників передавальної станції, і обмежений час. У зоні обмеженого користування можна розташовувати об'єкти, в яких громадяни могли б перебувати < 8 годин (гаражі, господарсько-побутові приміщення та ін.).

Визначення напруженості електричного поля в розрахунковій точці

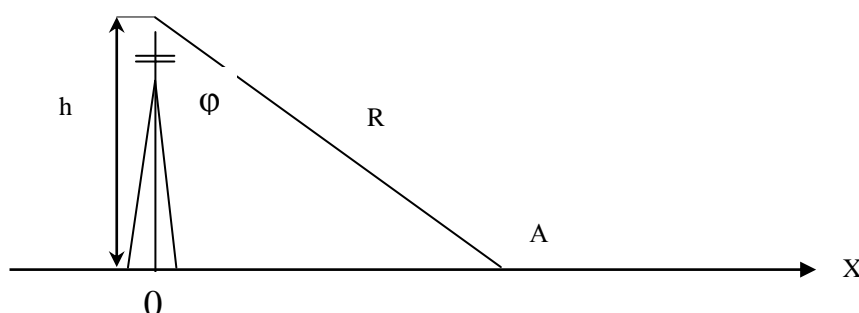


Рисунок 1

Електрична напруженість ЕМВ в розрахунковій точці А визначається за формулою:

$$W = \bar{E} \cdot \bar{H} = \frac{E^2}{377} = \frac{P \cdot \varphi}{4 \cdot \pi \cdot R^2}, \quad (2)$$

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \varphi}{h^2 + x^2}}, \quad (3)$$

де P – потужність джерела, Вт
 φ – коефіцієнт спрямованості антени, рад

$$\varphi = \arctg \frac{x}{h} \quad (4)$$

де R – відстань від антени до розрахункової точки, м
 h – висота антени, м
 x – відстань від основи антени до розрахункової точки, м.
Електрична напруженість ЕМВ у житловому приміщенні визначається за формулою:

$$E^* = k \cdot E \quad (5)$$

де k – ослаблення ЕМВ стінами будівлі,
 $k = 1$ для цегляних стін;
 $k = 0,2$ для панельних стін.

Завдання для практичної роботи

1) Розрахувати електричну напруженість ЕМВ, що створюється телевізійними передавальними антенами, в міру віддалення від телецентру ($X = 0$, $X = 50$, $X = 70$, $X = 100$, $X = 150$, $X = 200$, $X = 250$, $X = 300$). Побудувати графік $\alpha = f(x)$. Визначити на якій відстані електрична напруженість зменшується до ГДР (табл. 1).

2) Визначити розмір санітарної зони за табл. 2 і визначити напруженість електричного поля всередині житлового будинку, розташованого на межі санітарної зони і порівняти з ГДР.

Приклад розрахунку

Вихідні дані наведені в табл 3.

Таблиця 3

h, м	1 канал		2 канал		3 канал	
	f_1	P_1	f_2	P_2	f_3	P_3
100	80	5000	110	10000	210	2500

де h – висота антени, м;
 f_i – частота, МГц;
 P_i – потужність передавача, Вт.

Визначимо ГДР для кожного каналу за таблицею 1 і занесемо в табл. 4.

Визначимо електричну напруженість в розрахункових точках за формулою (3) і результати розрахунку зведемо в табл. 4 і рис. 2.

$$X = 50 \quad E_1 = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \operatorname{arctg} \frac{x}{h}}{h^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 5000 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 2,35 \text{ В/м}$$

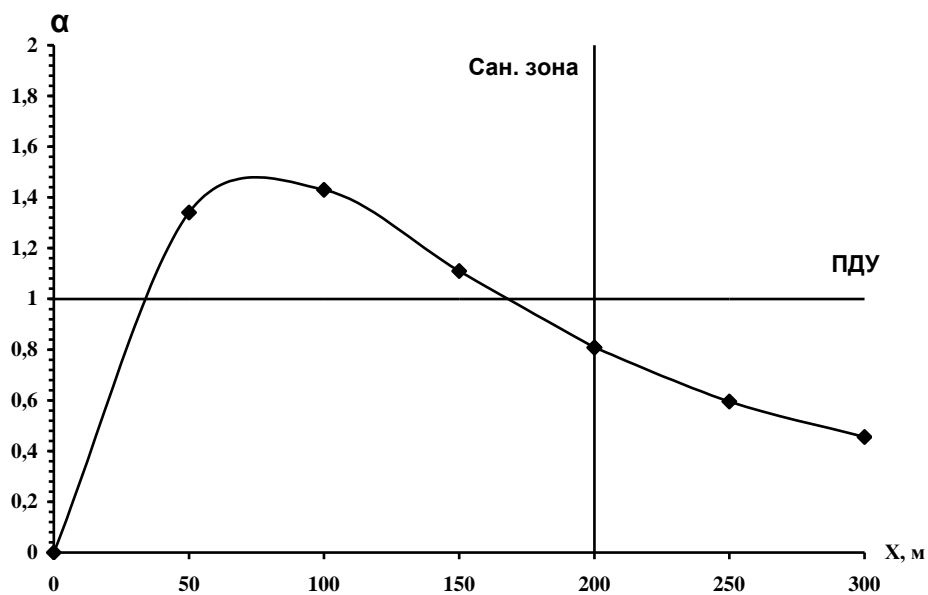
$$E_2 = \sqrt{\frac{30 \cdot 10000 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 3,32 \text{ В/м}$$

$$E_3 = \sqrt{\frac{30 \cdot 2500 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 1,66 \text{ В/м}$$

$$a = (2,35/4)^2 + (3,32/4)^2 + (1,66/3)^2 = 0,36$$

Таблиця 4

X	$\operatorname{arctg} \frac{x}{h}$	E_1	E_2	E_3	α
0	0	0	0	0	0
50	0,464	2,35	3,32	1,66	1,34
100	0,785	2,42	3,43	1,72	1,43
150	0,983	2,13	3,02	1,51	1,11
200	1,107	1,82	2,58	1,29	0,808
250	1,190	1,57	2,21	1,11	0,596
300	1,249	1,37	1,94	0,97	0,456
ГДР	-	4	4	3	1



Сумарна потужність передавачів

$$5000 + 10000 + 2500 = 17500 \text{ Вт} = 17,5 \text{ кВт}$$

Звідси за табл. 2 визначаємо розмір санітарної зони – 200 м.

Знаходимо за табл. 5 величину E для $X = 200$ м і розраховуємо напруженість електричного поля в цегляному і панельному будинках.

Таблиця 5

	E_1	E_2	E_3	α
$X=200$	1,82	2,58	1,29	0,808
Цегляний дім	1,82	2,58	1,29	0,808
Панельний дім	0,364	0,516	0,258	0,032
ГДР	4	4	3	1

Висновок. На межі санітарної зони ЕМВ у цегляних і панельних будинках не перевищує допустимі значення.

Варіанти завдань

Розрахувати електричну напруженість, що створюється телевізійним передавачем, у міру віддалення від нього відповідно до заданого варіанту (табл. б).

У таблиці дані висота антени, частоти і потужність передавачів.

Таблиця 6

№ варіанту	Висота антени h	1 канал		2 канал		3 канал	
		f_1	P_1	f_2	P_2	f_3	P_3
1	300	31	1100	61	3100	121	6100
2	290	32	1200	62	3200	122	6200
3	280	33	1300	63	3300	123	6300
4	270	34	1400	64	3400	124	6400
5	260	35	1500	65	3500	125	6500
6	250	36	1600	66	3600	126	6600
7	240	37	1700	67	3700	127	6700
8	230	38	1800	68	3800	128	6800
9	220	39	1900	69	3900	129	6900
10	210	40	100	70	4000	130	7000
11	200	41	1100	71	4100	131	7100
12	190	42	1200	72	4200	132	7200
13	180	43	1300	73	4300	133	7300
14	170	44	1400	74	4400	134	7400
15	160	45	1500	75	4500	135	7500
16	150	46	1600	76	4600	136	7600
17	140	47	1700	77	4700	137	7700
18	130	48	1800	78	4800	138	7800
19	120	49	1900	79	4900	139	7800
20	110	50	2000	80	5000	140	8000

21	100	51	2100	81	5100	141	8100
22	90	52	2200	82	5200	142	8200
23	80	53	2300	83	5300	143	8300
24	90	54	2400	84	5400	144	8400
25	100	55	2500	85	5500	145	8500
26	110	59	2600	86	5600	146	8600
27	120	57	2700	87	5700	147	8700
28	130	58	2800	88	5800	148	8800
29	140	59	2900	89	5900	149	8900
30	150	59,5	3000	90	6000	150	9000

де h – висота антени, м;
 f – частота, МГц ;
 P – потужність передавача, Вт.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 7

Розрахунок забруднення атмосферного повітря технологічними викидами

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати рівень забруднення атмосферного повітря технологічними викидами.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

При проектуванні промислових підприємств потрібно, відповідно до Санітарних норм СН 245-71, проводити розрахунок забруднення атмосферного повітря технологічними викидами. Розрахунок проводять з метою визначення забруднення атмосферного повітря населених пунктів і промислових майданчиків. Отримані розрахунковим шляхом концентрації шкідливих речовин в повітрі, порівнюють з величиною гранично-допустимих концентрацій цих речовин у повітрі робочої зони промислових підприємств ($ГДК_{рз}$) і середньодобової гранично-допустимої концентрації шкідливої речовини в повітрі населених пунктів ($ГДК_{сд}$), які вказані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Шкідлива речовина	Хімічна формула	ГДКрз	ГДКсд
Азоту двоокис	NO ₂	5	0.085
Алюмінія оксид	Al ₂ O ₃	2	0.02
Аміак	NH ₃	20	0.2
Ацетон	CH ₃ COOH ₃	200	0.35
3,4 бензпірен	C ₂₀ H ₁₂	0.00015	10 ⁻⁶
Зеліза оксид	Fe ₂ O ₃	6	0.04
Пил SiO ₂	SiO ₂	2	0.05
Мідь	Cu	0.5	0.002
Нікель	Ni	0.5	0.001
Озон	O ₃	0.1	0.03
Сажа	C	4	0.05
Свинець	Pb	0.007	0.003
Сірки двоокис	SO ₂	10	0.05
Сірчана кислота	H ₂ SO ₄	1	0.1
Сірководень	H ₂ S	10	0.008
Вуглецю оксид	CO	20	1
Фтористий водень	HF	0.5	0.005
Хромовий ангідрид	Cr ₂ O ₃	0.01	0.0015

При перевищенні цих концентрацій необхідно передбачити заходи щодо зниження рівня забруднення, наприклад, підвищення ефективності очисних пристроїв, спорудження газоочисних установок, досконалість технологічних процесів і установок, збільшення висоти труб, зменшення викиду сусідніх підприємств.

При розрахунку забруднення враховується всі одночасно діючі джерела шкідливих викидів, а також існуючий фон забруднення. При розрахунку ступеня забруднення необхідно враховувати виникнення поблизу будівель при обтіканні їх повітряним потоком циркуляційних зон (замкнених, погано провітрюваних). З цієї точки зору промислові будівлі діляться на два типи – вузькі і широкі.

Будівля вважається вузькою, якщо її ширина не перевищує 2,5 висоти будівлі ($B < 2,5 \cdot H_6$). При обтіканні повітряним потоком вузького будинку над ним і за ним виникає єдина циркуляційна зона, яка поширюється від підвітряного боку будівлі на відстань шість його висот ($6 \cdot H_6$). Висота цієї зони в середньому становить $1,8 \cdot H_6$ (рис. 1, а).

Будівля вважається широкою, якщо її ширина перевищує 2,5 висоти будівлі ($B > 2,5 \cdot H_6$). При обтіканні повітряним потоком широкої будівлі над ним виникає навітряна циркуляційна зона, довжиною $2,5 H_6$ і висотою $0,8 \cdot H_6$, а за ним підвітряна циркуляційна зона, довжиною $4 \cdot H_6$ і висотою близько H_6 (рис. 1, б).

Джерела викиду шкідливих речовин можуть бути точковими і лінійними. Точкове джерело – окрема труба (рис. 2, а). Лінійне джерело - аераційні ліхтарі будівлі, близько розташовані шахти і труби (рис. 2, б).

Розрахунок концентрації шкідливих речовин ведуть з урахуванням виду будівлі – вузька або широка, виду джерела шкідливих викидів – точкове або лінійчате. За розрахунковий беруть напрямок вітру перпендикулярний поздовжній стороні будівлі.

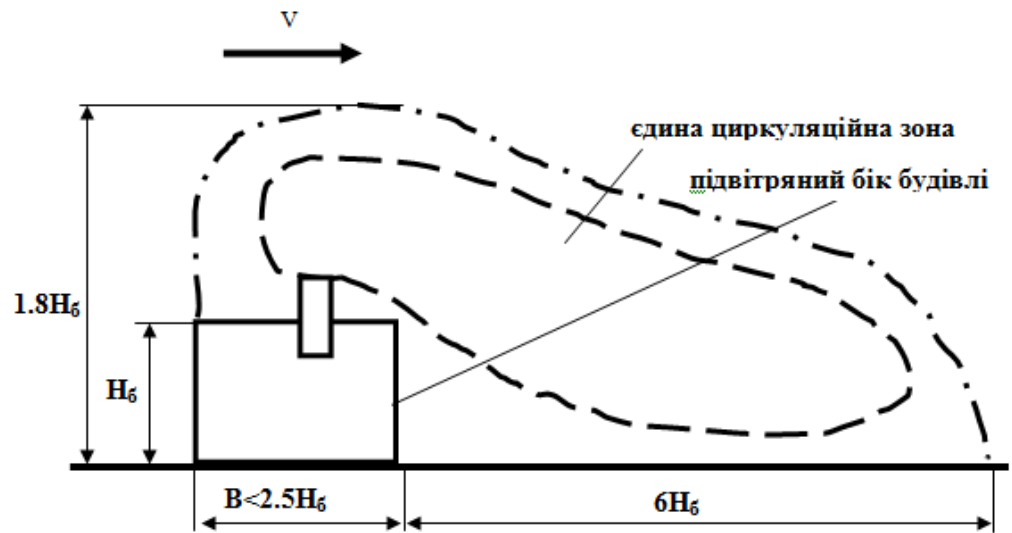


Рис. 1(а) Вузька будівля

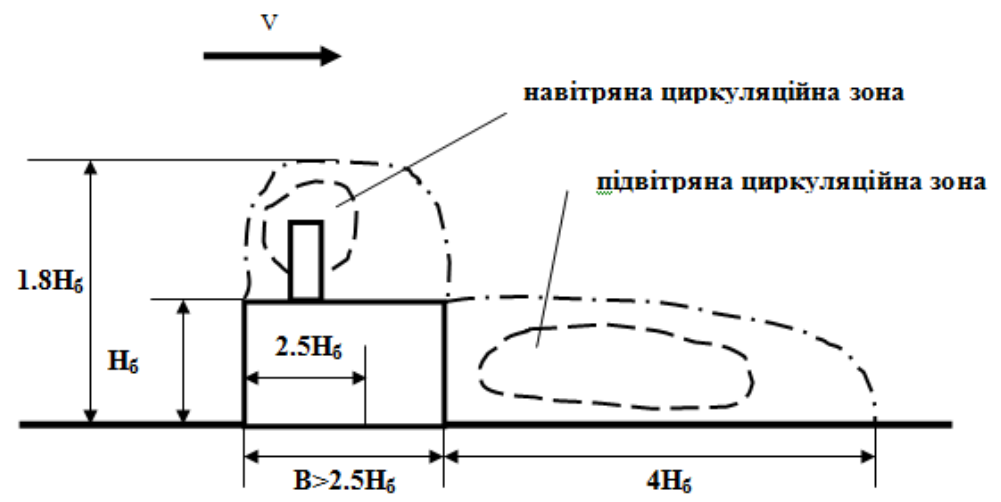


Рис.1(б) Широка будівля

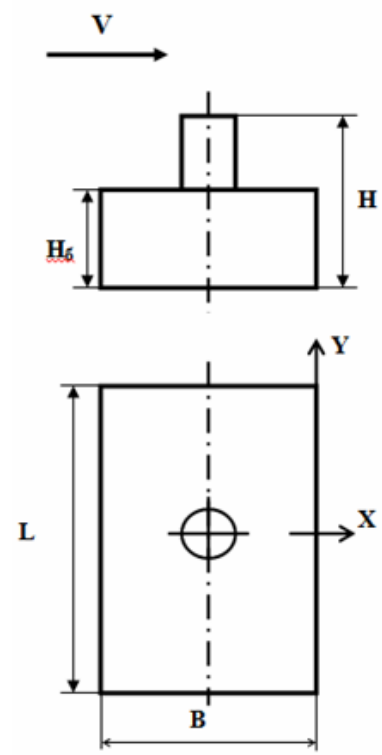


Рис 2(а)

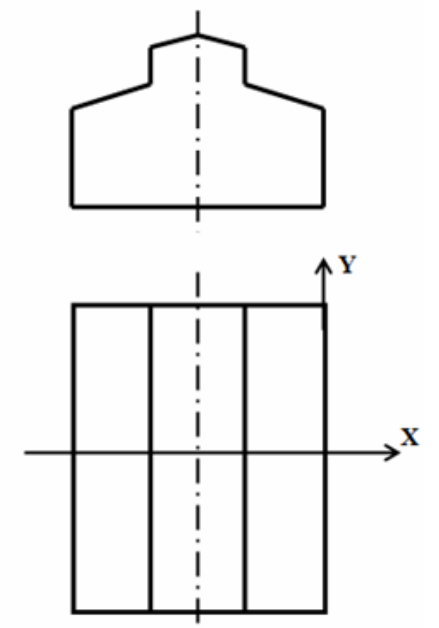


Рис. 2(б)

Вузька окремо розташована будівля		
Джерело	Зона розрахунку	Розрахункові формули
Точкове	$0 \leq X \leq 6 H_6$	$C = \frac{1.3 \cdot M \cdot K}{V} \cdot \left(\frac{0.6}{H_6 \cdot L} + \frac{42 \cdot S_1}{(1.4 \cdot L + B + X)^2} \right)$
	$X > 6 H_6$	$C = \frac{55 \cdot M \cdot k \cdot S_1}{V \cdot (1.4 \cdot L + B + X)^2}$
Лінійне	$0 \leq X \leq 6 H_6$	$C = \frac{2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 6 H_6$	$C = \frac{7.2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot (B + X)}$
Широка окремо стояча будівля		
Джерело	Зона розрахунку	Розрахункові формули
Точкове	$0 \leq X \leq 4 H_6$	$C = \frac{5.6 \cdot M \cdot k \cdot m \cdot S_1}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 4 H_6$	$C = \frac{15 \cdot M \cdot k \cdot S_1}{V \cdot L \cdot (B + X)}$
Лінійне	$0 \leq X \leq 4 H_6$	$C = \frac{2.8 M \cdot m \cdot K}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 4 H_6$	$C = \frac{7.2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot (B + X)}$

Умовні позначення:

C – концентрація шкідливих речовин, мг/м^3

M – маса шкідливих речовин, що викидаються джерелом в атмосферу в одиницю часу, г/с

K – безрозмірний коефіцієнт, що враховує підвищення гирла джерела на рівень забруднення (при викиді в навітряну або єдину циркуляційну зону, $K = 1$)

V – розрахункова сила вітру, $V = 1 \text{ м/с}$

H_6 – висота будівлі, м

L – довжина будівлі, м

B – ширина будівлі, м

X – відстань від підвітряного боку будівлі до розрахункової точки, м

S_1 – понижуючий коефіцієнт, що дозволяє визначити концентрації шкідливих речовин на відстані.

$$S_1 = e^{\frac{-30y^2}{(1.4L+B+X)^2}}$$

m – безрозмірний коефіцієнт, що показує, яка кількість виділених джерелом домішок бере участь в забрудненні атмосфери ($m = 1$).

Завдання до роботи

1. Перевірити можливість розміщення приймальних отворів систем припливної вентиляції в точках з координатами А (0,0), Б (0,L/4). Для цього розраховується концентрація трьох речовин в цих точках. Необхідною умовою є виконання співвідношення:

$$C_A + C_{\Phi} \leq 0,3 \cdot \text{ПДК}_{\text{РЗ}}$$
$$C_B + C_{\Phi} \leq 0,3 \cdot \text{ПДК}_{\text{РЗ}}$$

Результати розрахунку занести до таблиці 2.

Таблиця 2

	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
А (0,0)			
Б (0,L/4)			
0,3 ПДК _{РЗ}			

2. Визначити зміни концентрації шкідливих речовин в залежності від відстані до будівлі на осі факела (по осі Х). Розрахунок зробити для 7 точок: $X_1 = 0$, $X_2 = 50$, $X_3 = 100$, $X_4 = 150$, $X_5 = 200$, $X_6 = 250$, $X_7 = 300$. Результати розрахунку занести в таблицю 3.

Побудувати графіки залежності $C = f(X)$. На графіку також провести лінію – ГДК_{сд}. Порівняти розрахункові концентрації з ГДК_{сд}.

Таблиця 3

X, Y=0	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
0			
50			
100			
150			
200			
250			
300			
ГДК _{сд}			

3. Визначити можливість розташування житлових будинків на кордоні санітарної зони, розміром 1000 м. Результати розрахунку занести в таблицю 4.

Таблиця 4

X, Y=0	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
1000			
ГДК _{сд}			

4. Визначити на якій відстані від джерела викиду можна будувати житлові будинки. Результати розрахунку занести в таблицю 5.

Необхідна умова:

$$C_i + C_{\phi i} = \text{ГДК}_{\text{сд } i}$$

Таблиця 5

$X_1 =$	
$X_2 =$	$X_{\text{max}} =$
$X_3 =$	

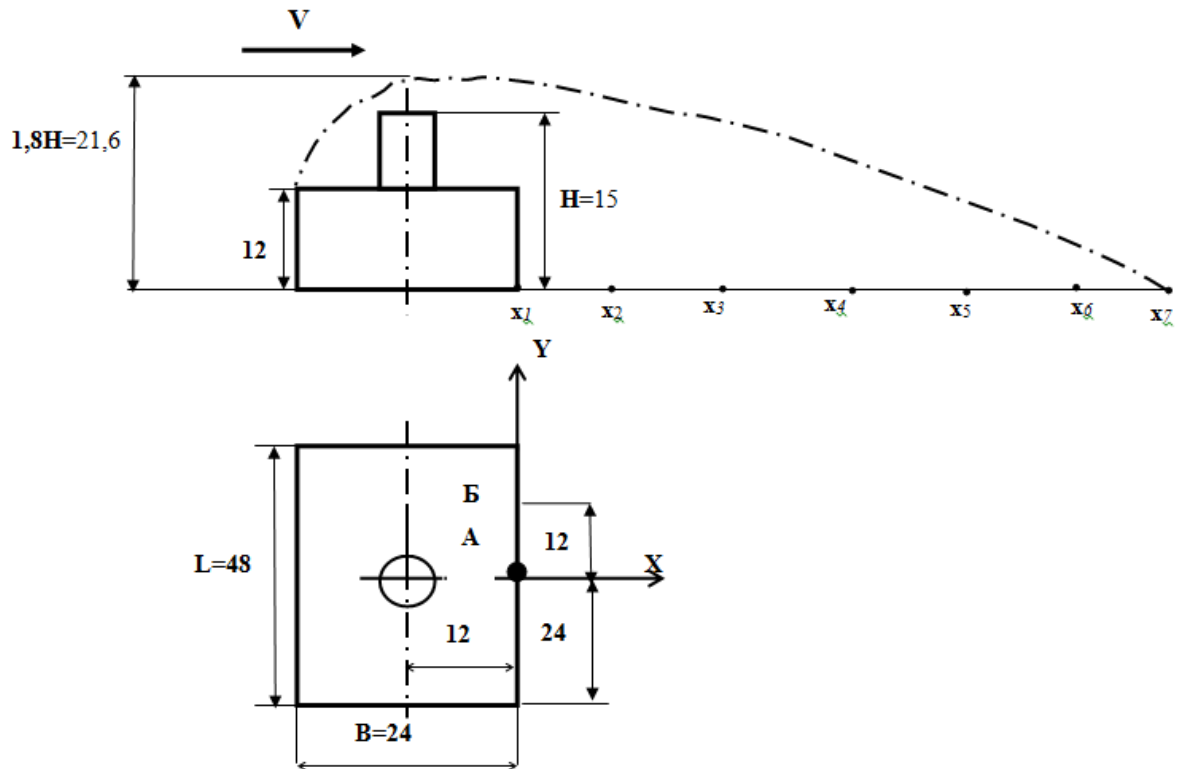


Рисунок 3 – Схема до розрахунку

Приклад розрахунку

Вихідні дані

Джерело – точкове
$L = 48 \text{ м}$
$B = 24 \text{ м}$
$H_0 = 12 \text{ м}$
$H = 15 \text{ м}$
Шкідлива речовина – аміак
$M = 150 \text{ г/с}$
$C_{\phi} = 0,01 \text{ мг/ м}^3$

З таблиці 1 знаходимо $\text{ГДК}_{\text{рз}} = 20 \text{ мг/м}^3$
 $\text{ГДК}_{\text{сд}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$

Разрахунок 1:

т.А (0,0), т.Б (0,12)

Оскільки $2,5 \cdot H_6 = 30$ м, а це значення більше ніж ширина будівлі ($B = 24$ м), отже, така будівля відноситься до вузьких, і розрахунки ведемо за такими формулами:

при $0 \leq X \leq 6 H_6$ ($0 \leq X \leq 72$ м)

$$C = \frac{13 \cdot M \cdot K}{V} \cdot \left(\frac{0,6}{H_6 \cdot L} + \frac{42 S_1}{(1,4 \cdot L + B + X)^2} \right)$$

при $X > 6 H_6$ ($X > 72$ м)

$$C = \frac{55 M \cdot K \cdot S_1}{V (1,4 L + B + X)^2}$$

У точках А і Б $X = 0$, тому розрахунок ведемо за формулою 1.

Концентрація аміаку в т. А:

 $x=0, y=0 S_1=1$

$$C = \frac{1,3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0,6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 1}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \right) = 1,18 \text{ мг/м}^3$$

З урахуванням фонові концентрації реальна концентрації аміаку в т. А становить:

$$C_A = C + C_{\Phi} = 1,18 + 0,01 = 1,19 \text{ мг/м}^3$$

Концентрація аміаку в т. Б

(x = 0, y = 12 м):

$$S_1 = e^{-\frac{30 \cdot 12^2}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2}} = e^{-0,52} = 0,59$$

$$C = \frac{1,3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0,6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 0,59}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \right) = 0,78 \text{ мг/м}^3$$

$$C_B + C_{\Phi} = 0,784 + 0,01 = 0,794 \text{ мг/м}^3$$

Таблиця 6

	C+C _Ф , мг/м
А (0,0)	1,19
Б (0,12)	0,794
0,3ГДК _{РЗ}	6

Висновок: концентрація аміаку не перевищує допустиму концентрацію в точках А і Б, тому можливе розміщення приймальних отворів припливної вентиляції, через які повітря подається в цех, в цих точках.

Розрахунок 2.

Розрахунок концентрації ведеться по осі Х, тому $y = 0$ і $S_1 = 1$.

Розрахункові формули:

$$0 \leq x \leq 72 \text{ м}$$

$$C = \frac{1.3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0.6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 1}{(1.4 \cdot 48 + 24 + x)^2} \right) = 0.203 + \frac{8190}{(91.2 + x)^2}$$

$$x > 72 \text{ м}$$

$$C = \frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot (1.4 \cdot 48 + 24 + x)^2} = \frac{8250}{(91.2 + x)^2}$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 7 і на рисунку 4.

Таблиця 7

X, м	C+C _ф , мг/м ³
0	1,19
50	0,624
100	0,236
150	0,152
200	0,107
250	0,0809
300	0,0639
ГДК _{сс}	0,2

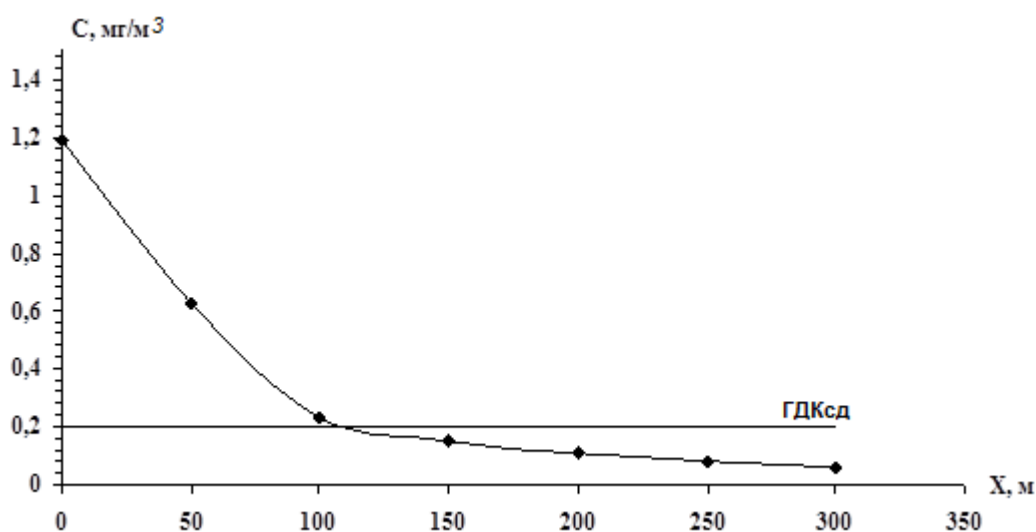


Рисунок 4

Висновок: концентрація аміаку перевищує ГДК_{сд} до відстані 120 м.

Розрахунок 3.

$X = 1000$ м, розрахунок здійснюємо за формулою 2.

$$C = \frac{55 \cdot K \cdot S_1}{V \cdot (1.4L + B + X)^2} = \frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot (1.4 \cdot 48 + 24 + 1000)^2} = 0.00693 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C + C_{\Phi} = 0,00693 + 0,01 = 0,01693$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 8

Таблиця 8

$X, Y = 0$	$C + C_{\Phi}, \text{мг/м}^3$
1000	0,01693
ГДК _{сд}	0,2

Висновок: можливе розміщення житлових будинків на кордоні санітарної зони.

Розрахунок 4.

$$C + C_{\Phi} = \text{ГДК}_{\text{сд}}$$

$$\frac{55 \cdot M \cdot K \cdot S_1}{V(1,4L + B + X)^2} + 0,01 = 0,2$$

$$\frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1(1,4 \cdot 48 + 24 + X)^2} + 0,01 = 0,2$$

$$X = 117 \text{ м}$$

Результати розрахунку наведено в таблиці 9

Таблиця 9

$X_1 = 117$	$X_{\text{max}} = 117$
-------------	------------------------

Висновок: житлові будинки можна будувати на відстані 117 м.

5. Варіанти завдань

Згідно заданого варіанту виконати розрахунки концентрацій шкідливих речовин за табл. 10.

У табл. 10 прийняті наступні позначення:

L – довжина будівлі, м

B – ширина будівлі, м

H_0 – висота будівлі, м

M – маса шкідливої речовини, що викидається в одиницю часу, г/с

C_ф – фонова концентрація шкідливої речовини, мг/м³.

Таблиця 10 – Вихідні дані

№	Вид джерела	Габарити будівлі, м			Висота труби Н, м	Речовина 1		
		L	B	H		Назва	M ₁ , г/с	C _{ф1} , мг/м ³
1	точкове	40	24	10	15	SiO ₂	200	0,01
2	точкове	42	20	12	18	Al ₂ O ₃	180	0
3	точкове	44	18	14	22	NO ₂	160	0,002
4	точкове	46	28	10	17	NH ₃	80	0,006
5	точкове	48	32	12	18	O ₃	10	0
6	точкове	36	24	8	12	CH ₃ COOH ₃	20	0
7	лінійне	40	20	12	16	NO ₂	100	0,01
8	лінійне	42	26	14	18	Cr ₂ O ₃	2,5	0
9	лінійне	44	24	16	20	H ₂ SO ₄	80	0,01
10	лінійне	50	28	10	15	NO ₂	100	0,01
11	лінійне	48	32	12	16	NH ₃	100	0,08
12	лінійне	60	36	10	16	NO ₂	80	0,01
13	точкове	60	40	15	18	Cu	19	0
14	точкове	48	36	13	19	CO	110	0,02
15	точкове	48	28	10	13	HF	10	0
16	точкове	72	36	11	16	NH ₃	100	0,006
17	точкове	48	40	12	15	Cr ₂ O ₃	2,2	0
18	точкове	60	36	12	16	Ni	1,8	0
19	лінійне	60	42	16	19	NO ₂	80	0,01
20	лінійне	60	46	18	20	Fe ₂ O ₃	300	0,01
21	лінійне	48	36	12	14	SiO ₂	160	0,01
22	лінійне	50	36	16	18	SO ₂	100	0,002
23	лінійне	52	24	10	13	Al ₂ O ₃	110	0
24	лінійне	48	24	12	18	O ₃	8,0	0
25	точкове	40	20	10	15	C	100	0,001
26	точкове	80	40	16	20	CH ₃ COOH ₃	10	0,02
27	лінійне	120	46	12	18	SiO ₂	180	0,002
28	лінійне	100	60	14	19	NO ₂	150	0
29	точкове	60	30	15	20	NO ₂	60	0,005
30	лінійне	90	24	12	22	NH ₃	100	0,01

Продовження таблиці 10

№	Речовина 2			Речовина 3		
	Назва	M ₂ , г/с	C _{ф2} , мг/м ³	Назва	M ₃ , г/с	C _{ф3} , мг/м ³
1	C	180	0,01	SO ₂	80	0,004
2	Fe ₂ O ₃	250	0	CO	100	0,02
3	CO	120	0,1	SiO ₂	100	0,01
4	SiO ₂	180	0,004	C ₂₀ H ₁₂	0,3	0
5	H ₂ S	120	0	SO ₂	140	0,01
6	CO	100	0,01	SO ₂	60	0,001
7	CO	120	0,03	C ₂₀ H ₁₂	0,5	0
8	Ni	3,0	0	CO	140	0,08
9	H ₂ S	100	0,001	HF	16	0
10	C	190	0,01	Al ₂ O ₃	25	0
11	H ₂ SO ₄	120	0	CH ₃ COOH ₃	1,4	0,07
12	H ₂ S	120	0	C ₂₀ H ₁₂	0,1	0
13	Ni	2,6	0	Pb	3,8	0,001
14	SO ₂	140	0,01	C ₂₀ H ₁₂	0,9	0
15	H ₂ S	110	0	SO ₂	200	0,01
16	Ni	1,8	0	O ₃	2,6	0,001
17	Pb	0,24	0,001	HF	16	0
18	Fe ₂ O ₃	210	0,01	H ₂ S	12	0
19	CO	120	0,03	Pb	2,0	0
20	SiO ₂	260	0,002	C	200	0
21	SO ₂	120	0,003	O ₃	8,0	0
22	Fe ₂ O ₃	180	0,01	H ₂ S	160	0
23	HF	12	0	NH ₃	140	0,03
24	H ₂ SO ₄	140	0,02	SiO ₂	180	0,01
25	Al ₂ O ₃	20	0	NH ₃	100	0,01
26	C ₂₀ H ₁₂	0,1	0	Fe ₂ O ₃	50	0,002
27	Cu	11	0	NiO	0,8	0
28	SO ₂	120	0,003	CO	90	0,01
29	H ₂ SO ₄	150	0,001	C	100	0,003
30	H ₂ S	120	0,001	HF	15	0

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 1

Екологічне нормування

Навчальна мета:

Ознайомитись з екологічними нормативами як одним з головних елементів управління екологічною безпекою в практичній діяльності фахівців-екологів.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Проведення вступного контролю	20 хв.
3. Ознайомлення і закріплення знань з екологічного нормування ...	50 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.
4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.

5. Урбоекологія і техноекоекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.

6. Техноекоекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.

7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.

8. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.

9. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.

10. Техноекоекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.

11. Техноекоекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.

12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекоекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.

13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

14. Техноекоекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Основна частина

Як зазначено в ст. 31 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», екологічна стандартизація і нормування проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

Нормування в галузі охорони довкілля становить діяльність компетентних органів по встановленню меж допустимого шкідливого впливу на навколишнє природне середовище з урахуванням сучасного науково-технічного розвитку.

Суть встановлення цього інституту обумовлена характером взаємодії суспільства і природи. Суспільство не може розвиватись, не впливаючи на природу. При сучасному розвитку науки і техніки зупинити виробничо-господарський вплив людини на довкілля неможливо і неможливо створити технології, які б не впливали на природу. Завдання полягає в тому, щоб обмежити цей вплив таким чином, щоб, з одного боку, не допустити гальмування розвитку

економіки, а з другого – забезпечити збереження довкілля і життя людини. Тобто екологічний норматив – це своєрідний компроміс між екологією і економікою, між екологічними і економічними інтересами, що дозволяє розвивати господарство і одночасно охороняти довкілля та життя людини.

Правове значення нормативів охорони довкілля полягає в тому, що вони є критерієм оцінки правомірності поведінки суб'єктів. Ці нормативи є обов'язковими для суб'єктів.

Система екологічних нормативів є досить розгорнутою. Стаття 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» не містить чіткої системи і класифікації екологічних нормативів. Разом з тим у системі екологічних нормативів можна виділити:

- нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин та гранично допустимі рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на довкілля. В літературі їх ще називають **нормативами екологічної безпеки або гігієнічними нормативами**. Це показники якості довкілля, які є своєрідними якісними обмеженнями на характеристики складу і властивостей природних компонентів. Вони мають бути однакові для всієї території. Більш суворіші нормативи можуть діяти в курортних, оздоровчих зонах;

- гранично допустимі викиди та скиди забруднюючих хімічних речовин у навколишнє природне середовище, рівні шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів (**виробничо-господарські нормативи**). Це, до певної міри, кількісні показники, що пред'являються до виробничих суб'єктів. Вони встановлюються стосовно окремих джерел впливу.

Як зазначено в ст. 33 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», можливе встановлення також *нормативів використання природних ресурсів* (більш точніше — *лімітів використання*) та інших екологічних нормативів.

Екологічні нормативи розробляють і вводять у дію державні природоохоронні органи, органи охорони здоров'я та інші уповноважені на те державні органи.

Гігієнічним нормативом називають чітко визначений діапазон параметрів фактора середовища, який є оптимальним, або принаймні не є небезпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності і здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. При такому нормуванні фактори навколишнього середовища не повинні негативно впливати на фізичний і психічний розвиток людини, її самопочуття, працездатність, репродуктивну функцію та санітарні умови життя. Іншими словами, гігієнічне нормування забезпечує оптимальний стан організму в процесі навчання, виховання, трудової діяльності і всього життя.

Для оцінювання екологічної безпеки території оперують такими поняттями, як: гранично допустимі концентрації (ГДК), гранично допустимі рівні (ГДР) і дози (ГДД).

Гранично допустима концентрація (ГДК) – така маса шкідливої речовини в одиниці об'єму (в мг на 1 м³ повітря, 1 л рідини чи 1 кг твердої речовини) окремих компонентів біосфери, періодичний чи постійний, цілодобовий вплив

якої на організм людини, тварин і рослин не викликає відхилень у нормальному їх функціонуванні протягом усього життя нинішнього та майбутніх поколінь.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – періодичний або постійний, протягом усього життя людини, вплив факторів оточуючого середовища (шуму, вібрацій, забруднень, низької температури тощо), який не викликає соматичних або психічних захворювань та змін у стані здоров'я.

Гранично допустима доза (ГДД) – кількість токсичної речовини, проникнення або вплив якої не пошкоджує організм і не призводить до негативних наслідків.

Нормативи якості атмосферного повітря

Концентрацію наявних у повітрі, воді чи ґрунті шкідливих домішок на певний час на певній території називають **фоновою концентрацією**. Контроль за якістю біосфери здійснюється зіставленням фонової концентрації з гранично допустимою:

$$\frac{C_{\phi}}{ГДК} \leq 1.$$

За щорічного масового використання близько тисячі нових хімічних речовин загальна їх кількість, що надходить у середовище проживання людини, перевищила 4 млн найменувань. Із них понад 40 тис. мають шкідливі для людини властивості. Нормативи ГДК, що затверджуються Міністерством охорони здоров'я України, встановлені для 600 речовин у повітряному середовищі, 200 – у водному та 100 – у ґрунті.

Усі шкідливі речовини за ступенем небезпечної дії на людину поділяються на чотири класи:

- I — надзвичайно небезпечні (нікель, ртуть);
- II — високонебезпечні (сірководень, діоксид азоту);
- III — помірно небезпечні (сажа, цемент);
- IV — малонебезпечні (бензин, фенол).

Чим шкідливіша речовина, то складніше здійснити захист атмосферного повітря, тим нижче його ГДК. Для кожної речовини встановлюються два нормативи: максимальна разова і середньодобова.

Максимальна разова ГДК встановлюється для відвернення рефлекторних реакцій у людини через подразнення органів дихання за короткочасного впливу (до 20 хв.) атмосферних забруднень. Оскільки концентрація забруднень в атмосферному повітрі не є постійною в часі та змінюється залежно від метеорологічних умов, рельєфу місцевості, характеру викиду, разові проби повітря слід відбирати кілька разів на добу впродовж 20-30 хв. Найвище значення забруднювальних речовин у повітрі, отримане завдяки аналізу багаторазово відібраних проб, називають максимальною разовою концентрацією.

Середньодобова ГДК встановлюється для запобігання негативного впливу на людський організм протягом цілодобового використання повітря. Середньодобова концентрація визначається як середньоарифметичне значення разових концентрацій у пробах атмосферного повітря впродовж 24 годин безперервно або з рівними інтервалами між відборами.

Для недопущення викиду в атмосферу понаднормативних об'ємів шкідливих твердих речовин розроблено нормативи гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Деякі ГДК шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів

Речовина	ГДК (максимальна разова), мг/м ³	ГДК (середньодобова), мг/м ³
Нітробензол	0,008	0,008
Сірчистий газ	0,5	0,05
Сірководень	0,008	0,008
Хром (шестивалентний)	0,0015	0,0015
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Кіптява (сажа)	0,15	0,05
Пари сірчаної кислоти	0,3	0,1
Хлор	0,1	0,03
Чадний газ	3,0	1,0
Пари оцтової кислоти	0,2	0,06
Ацетон	0,35	0,35
Нафталін	0,003	0,003
Пеніцилін	0,05	0,002
Аміак	0,2	0,004
Пари фтороводню	0,02	0,005

Використовуються два типи ГДК: у повітрі робочої зони (ГДК_{р.з.}) і населеного пункту (ГДК_{н.п.}). ГДК_{р.з.} — це концентрація, яка за щоденного 8-годинного перебування (крім вихідних днів) на роботі (не більш як 41 година на тиждень) протягом усього робочого стану не може спричинити захворювань чи відхилень у стані здоров'я людей для нинішнього та наступного покоління. ГДК_{н.п.} враховує перебування людей цілодобово. Всі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони порівнюються з максимальними разовими (протягом 30 хв.), а в повітрі населеного пункту — із середньодобовими за 24 години.

Різні токсичні речовини можуть чинити подібний несприятливий вплив на організм. У таких випадках відбувається **ефект сумачії**, або **синергізму**. Його мають фенол і ацетон, валеріанова і капронова кислоти, озон, діоксид азоту і формальдегід та ін. За наявності в атмосфері домішок, щодо яких визначено необхідність урахування сумісної шкідливої дії, як критерії для встановлення ГДК використовуються вимоги про виконання співвідношення:

$$\frac{C_{\phi 1}}{ГДК_1} + \frac{C_{\phi 2}}{ГДК_2} + \frac{C_{\phi 3}}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_{\phi n}}{ГДК_n} \leq 1.$$

Наприклад, фонові концентрації ацетону і фенолу — відповідно 0,345 і 0,009 мг/м³, тоді як ГДК ацетону — 0,35, а ГДК фенолу — 0,01 мг/м³, тобто обидві речовини наявні в концентраціях менших, ніж установлені для них ГДК. Однак цим речовинам властивий ефект сумачії, тобто їхня сумарна концентрація (0,345 + 0,009 = 0,354) вища, ніж будь-яка з ГДК, установлена для кожної речовини окремо. А це означає, що забруднення повітря перевищує допустимі норми.

Нормування викидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих викидів цих речовин в атмосферу (ГДВ). ГДВ – це маса викидів шкідливих речовин за одиницю часу від одного або сукупності джерел забруднення атмосфери міста чи іншого населеного пункту з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, що створює приземну концентрацію, яка не перевищує гранично допустимі їх концентрації для населення, рослинного і тваринного світу, якщо немає більш жорстких екологічних вимог і обмежень. Одиниця виміру ГДВ – грам на секунду (1 г/с) встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери за умови, що викиди шкідливих речовин від цього джерела і від сукупності інших джерел з урахуванням розсіювання їх в атмосфері не створять приземної концентрації шкідливих речовин, яка перевищить ГДК.

ГДВ встановлюються для кожного джерела забруднення атмосфери на діючому підприємстві за умови, що викиди шкідливих речовин від одного або сукупності джерел населеного пункту з урахуванням перспективи промислового розвитку і розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері не створять приземну концентрацію, що перевищує ГДК. У разі, коли значення ГДВ з об'єктивних причин на підприємстві не можуть бути забезпечені, виконується поетапне скорочення викидів забруднювальних речовин до значень, які забезпечують додержання ГДВ.

Для неорганізованих викидів і сукупності дрібних джерел (вентиляційні викиди з одного виробничого приміщення) встановлюють сумарні значення ГДВ. При визначенні ГДВ для джерела забруднення атмосфери враховують одержані розрахунковим або експериментальним методом значення фонових концентрацій забруднювальних речовин у повітрі від інших джерел (у тому числі і від автотранспорту) міста або іншого населеного пункту.

Значення фонового забруднення атмосфери включає забруднення, яке виникло в результаті транскордонного переносу шкідливих речовин, що має певне значення для прикордонних регіонів.

Нормативи в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів

Нормування скидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих скидів речовин із стічними водами у водні об'єкти (ГДС). ГДС – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водоспоживання, асиміляційних властивостей водного об'єкта і оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами, які скидають стічні води.

Нормування якості води пов'язане з категорією водокористування:

1 – господарсько-питного водопостачання населення і підприємств харчової промисловості;

2 – культурно-побутового призначення (для купання, спорту, відпочинку населення);

3 – рибогосподарського призначення — для збереження і відтворення цінних видів риби, які мають високу чутливість до кисню;

4 – рибогосподарського призначення для інших видів риби.

Для кожної з цих категорій встановлено нормативи на якість води у місцях водокористування (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

Назва речовини	ГДК, мг/л	Назва речовини	ГДК, мг/л
Аміак (за азотом)	2,0	Кремній	10,0
Амонія сульфат (за азотом)	1,0	Марганець	0,1
Активний хлор	Відсутня	Мідь	1,0
Ацетон	2,2	Натрій	200,0
Бензол	0,5	Нафтопродукти	0,1
Дихлоретан	ОДР 0,02	Фенол	0,001
Залізо	0,3	Хром (С23+)	0,5
Кадмій	0,001	Хром (С26+)	0,05
Капролактам	1,0	Цинк	1,0
Кобальт	0,1	Етиленгліколь	1,0

Нормативи в галузі використання і охорони ґрунтів

Важливими заходами щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Розроблено методичні рекомендації щодо встановлення ГДК хімічних речовин у ґрунтах. Гранично допустима кількість (ГДК) речовин, що забруднюють ґрунти, означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти, і не справляє прямої або опосередкованої дії, включаючи віддалені наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Значення ГДК хімічних речовин в ґрунтах

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Назва речовини	ГДК, мг/м ³
Ванадій	150	Цинк	23
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Нітрати	130
Марганець, вилучений з:		Миш'як	20
– чорнозему	700	Сірководень	0,4
– дерно-підзолистого ґрунту:		Фосфор (суперфосфат)	200
pH= 4	300	Фториди — водорозчинна форма	10
pH= 5,1-5,9	400	Бензол	0,3
pH= 6	500	Ізопропилбензол	0,5
Мідь (рухлива форма)	3,0	Ксилоли	0,3
Нікель	4,0	Стирол	0,1
Ртуть	2,1	Голуол	0,3
Свинець	32	Рідкі компл. добрива з додаванням марганцю	80
Свинець (рухлива форма)	6,0	Азотно-калійні добрива	120

Хром	6,0	Поверхнево активні речовини	0,2
------	-----	-----------------------------	-----

Екологічні нормативи та стандарти якості навколишнього середовища

Фактичне забруднення навколишнього, середовища оцінюють у вигляді реального навантаження хімічних, біологічних і фізичних факторів. Власне це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я населення. З цієї причини введено ще одне поняття гігієнічного (екологобезпечного) нормування – це *максимально допустиме навантаження* (МДН).

МДН – це максимальна інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя. МДН і є тим гігієнічним нормативом, який відображає усю складність взаємодії організму і середовища і є критерієм якості середовища. Інші гігієнічні нормативи, а саме ГДК, ГДД, і ГДР, дозволяють визначити рівні впливу лише окремих факторів навколишнього середовища і розробити заходи, спрямовані на оздоровлення лише певних об'єктів середовища (наприклад, зниження рівнів певних хімічних, фізичних і біологічних факторів).

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 2

Оцінка відповідності повітря санітарним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність повітря санітарним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Завдання

В атмосферному повітрі міститься А мг/м³ SO₂, Б мг/м³ NO₂, В мг/м³ CO, Г мг/м³ пилу. Вітром з території розташованого поблизу промислового об'єкта занесено додатково Д мг/м³ пилу і Е мг/м³ SO₂.

Визначити класи небезпеки забруднюючих речовин атмосфери. Оцінити відповідність повітря санітарним нормам.

Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Тип повітря	Фонова концентрація, мг/м ³				Внесено, мг/м ³	
		А, SO ₂	Б, NO ₂	В, СО	Г, пиль	Д, пиль	Е, SO ₂
1	Населений пункт	0,04	0,05	2	0,1	0,002	0,003
2	-«-	0,05	0,03	3	0,2	0,003	-
3	-«-	0,06	0,03	1,5	0,1	-	0,002
4	-«-	0,03	0,05	2	0,1	-	-
5	-«-	0,06	0,02	1	0,2	0,003	0,003
6	Будинок відпочинку	0,03	0,04	1	0,05	0,001	0,002
7	-«-	0,04	0,02	2	0,1	0,002	-
8	-«-	0,05	0,03	1	0,05	-	0,002
9	-«-	0,02	0,04	1	0,05	-	-
10	-«-	0,05	0,01	0,5	0,1	0,002	0,002
11	Робоча зона	0,08	1,8	5	2	-	-
12	-«-	0,10	2,0	10	5	1	0,05
13	-«-	0,2	3,0	15	4	1	-
14	-«-	0,15	1,0	20	3	-	0,05
15	-«-	0,2	1,8	10	5	0,5	0,08
16	Населений пункт	0,04	0,04	3	0,2	0,005	0,004
17	-«-	0,05	0,04	2	0,3	0,004	-
18	-«-	0,06	0,03	1	0,2	-	0,005
19	-«-	0,03	0,05	2	0,1	-	-
20	-«-	0,06	0,05	1	0,1	0,004	0,005
21	Будинок відпочинку	0,03	0,03	2	0,1	0,003	0,004
22	-«-	0,04	0,03	1	0,3	0,004	-
23	-«-	0,05	0,02	0,5	0,2	-	0,003
24	-«-	0,02	0,04	1	0,5	-	-
25	-«-	0,06	0,04	0,5	0,5	0,005	0,005
26	Робоча зона	0,08	2,0	4	4	-	-
27	-«-	0,1	2,2	8	5	0,5	0,05
28	-«-	0,2	3,0	10	2	0,5	-
29	-«-	0,15	1,5	15	3	-	0,05
30	-«-	0,2	1,5	20	4	0,4	0,08

Пояснення до практичного завдання

а) Визначення відповідності повітря санітарним нормам

Відповідність повітря санітарним нормам визначають за такими формулами:

для повітря населених місць –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{с.д.}} \leq 1,$$

для повітря курортів, санаторіїв, будинків відпочинку –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{с.д.}} \leq 0,8,$$

для повітря робочої зони –

$$\frac{C_i + C_i^\phi}{ГДК_{р.з.}} \leq 1,$$

де C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$;

C_i^ϕ – фонові концентрації i -ої забруднюючої речовини, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{с.д}}$ – гранично допустима концентрація речовини в повітрі населених пунктів середньодобова, $\text{мг}/\text{м}^3$ (табл. 2);

$\text{ПДК}_{\text{р.з}}$ – гранично допустима концентрація речовини в повітрі робочої зони, $\text{мг}/\text{м}^3$ (табл. 2).

Дані співвідношення повинні виконуватися для кожної забруднюючої речовини, що міститься у повітрі. Якщо речовини мають односпрямований характер, то формули мають такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{с.д}}} \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{с.д}}} \leq 0.8, \quad \sum_{i=1}^n \frac{C_i + C_i^\phi}{\text{ГДК}_{\text{р.з}}} \leq 1,$$

де n – кількість речовин, що мають односпрямовану дію, наприклад: оксиди сірки і азоту; кислоти; луги та ін.

Таблиця 2 – Гранично допустимі концентрації речовин

Речовина	ГДК, $\text{мг}/\text{м}^3$	
	Населених пунктів, середньодобова	Робочої зони
Оксид азота (IV)	0,04	0,1
Оксид серы (IV)	0,05	2,0
Оксид углерода (II)	3,0	20,0
Пыль	0,15	4,0

б) Визначення класу небезпеки забруднюючої речовини

Клас небезпеки забруднюючої речовини визначається відповідно до ГОСТ 12.1.007-90 ССБТ «Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки» за величиною гранично допустимої концентрації цієї речовини в повітрі робочої зони (табл.3).

Таблиця 3 – Класи небезпеки речовин

Клас небезпеки	ГДК _{р.з.} , $\text{мг}/\text{м}^3$
1 – надзвичайно небезпечні	< 0,1
2 – високонебезпечні	0,1...1,0
3 – помірно небезпечні	1,1...10
4 – малонебезпечні	> 10

Приклад рішення завдання

В атмосферному повітрі над територією будинку відпочинку фонові концентрації речовин дорівнюють: $C_{\text{SO}_2}^\phi = 0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_{\text{NO}_2}^\phi = 0,01 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_{\text{CO}}^\phi = 0,5 \text{ г}/\text{м}^3$; $C_{\text{пилу}}^\phi = 0,06 \text{ мг}/\text{м}^3$. Вітром на територію будинку відпочинку занесено

0,002 мг/м³ пилу і 0,004 мг/м³ SO₂. Оцінити відповідність повітря санітарним нормам.

Рішення:

Повітря відповідає санітарним нормам, якщо виконується така умова:

$$\frac{C_{CO}^{\phi} + C_{CO}}{ГДК_{c.д.}(CO)} \leq 0,8; \quad \frac{C_{пилу}^{\phi} + C_{пилу}}{ГДК_{c.д.}(пилу)} \leq 0,8;$$

Оскільки SO₂ и NO₂ мають односпрямовану дію, то повинна виконуватися така умова:

$$\frac{C_{SO_2}^{\phi} + C_{SO_2}}{ГДК_{c.д.}(SO_2)} + \frac{C_{NO_2}^{\phi} + C_{NO_2}}{ГДК_{c.д.}(NO_2)} \leq 0,8;$$

Для CO: $\frac{0,5}{3} \leq 0,8$; $0,167 < 0,8$ – умова виконується.

Для пилу: $\frac{0,06 + 0,002}{0,15} \leq 0,8$; $0,41 < 0,8$ – умова виконується.

Для SO₂ и NO₂: $\frac{0,01 + 0,004}{0,05} + \frac{0,01}{0,04} \leq 0,8$; $0,28 + 0,25 \leq 0,8$; $0,53 < 0,8$ – умова

виконується.

Висновок: повітря над територією будинку відпочинку відповідає санітарним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 3

Оцінка відповідності повітря в робочому приміщенні санітарним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність повітря в робочому приміщенні санітарним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Завдання

Вміст пилу в робочому приміщенні становить A кг, після очищення зменшився на B кг. Визначити ступінь очищення повітря, коефіцієнт проскакування газопиловловлювача, концентрацію пилу в повітрі приміщення. Чи відповідає повітря в приміщенні санітарним нормам? Обсяг приміщення становить D м³.

Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Маса пилу у робочому приміщенні		Об'єм приміщення Д, тис. м ³
	до очищення А, кг	після очищення зменшилася на В, кг	
1	0,25	0,2	4,8
2	0,23	0,18	4,8
3	0,3	0,25	4,8
4	0,35	0,3	4,8
5	0,25	0,2	4
6	0,23	0,18	4
7	0,3	0,25	4
8	0,35	0,3	4
9	0,25	0,2	5
10	0,23	0,18	5
11	0,3	0,25	5
12	0,35	0,3	5
13	0,25	0,2	5,5
14	0,23	0,18	5,5
15	0,30	0,25	5,5
16	0,35	0,3	5,5
17	0,35	0,3	4,8
18	0,3	0,25	4,8
19	0,25	0,2	4,8
20	0,2	0,15	4,8
21	0,35	0,3	4
22	0,3	0,25	4
23	0,25	0,2	4
24	0,2	0,15	4
25	0,35	0,3	5
26	0,3	0,25	5
27	0,25	0,2	5
28	0,2	0,15	5
29	0,35	0,33	3
30	0,35	0,3	4

Пояснення до практичного завдання***Визначення ефективності роботи газопиловловлювача***

Ступінь очищення повітря від пилу визначають за формулою

$$h = 100 (m_0 - m) / m_0,$$

де h – ступінь очищення повітря, %;

m_0, m – маса часток пилу у повітрі до і після очищення, кг.

Коефіцієнт проскакування газопиловловлювача визначають за формулою

$$E = 100 - h.$$

Концентрацію пилу у повітрі після очищення визначають за формулою

$$C = m / V,$$

де m – маса пилю у повітрі, мг; V – об'єм приміщення, м^3 .

Приклад рішення практичного завдання

Вміст пилю в робочому приміщенні становив 0,23 кг. Після очищення він зменшився на 0,2 кг. Обсяг приміщення – 4,8 тис. м^3 . Визначити ступінь очищення повітря від пилю, коефіцієнт проскакування пиловловлювача, концентрацію пилю в приміщенні після очищення і порівняти її з ГДК.

Рішення:

Визначимо ступінь очищення повітря від пилю:

$$\eta = \frac{0,2}{0,23} \cdot 100 = 87\%.$$

Коефіцієнт проскакування пиловловлювача дорівнює:

$$E = 100 - 87 = 13\%.$$

Визначимо масу пилю в приміщенні після очищення:

$$m_0 - m = 0,2 \text{ кг};$$

$$m = m_0 - 0,2 = 0,23 - 0,2 = 0,03 \text{ кг}.$$

Визначимо концентрацію пилю в приміщенні після очищення:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{0,03 \cdot 10^6}{4,8 \cdot 10^3} = 6,25 \text{ мг/м}^3.$$

ГДК_{пилю} в робочій зоні – 4 мг/м^3 .

Концентрація пилю в приміщенні після очищення перевищує ГДК, значить, повітря в приміщенні не відповідає санітарним нормам:

$$\frac{C_{\text{пилю}}}{\text{ГДК}_{\text{пилю}}} = \frac{6,25}{4} = 1,54 > 1.$$

Висновок: $\eta = 87\%$; $E = 13\%$; $C = 6,25 \text{ мг/м}^3$; повітря в приміщенні не відповідає санітарним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 4

Оцінка відповідності водойми санітарно-токсикологічним нормам

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати відповідність водойми санітарно-токсикологічним нормам

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Завдання

У водойму місткістю $A \text{ м}^3$ з дощовими водами об'ємом $B \text{ м}^3$ занесено D т нітрату амонію (NH_4NO_3), що використовується на полях в якості добрива. Визначити відповідність водойми санітарно-токсикологічними нормам. Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. 1.

Таблиця 1- Вихідні дані для задачі 1

№	Об'єм водойми А, м ³	Об'єм дощових вод В, м ³	Кількість занесених нітратів Д, т
1	120000	1500	2
2	-«-	2000	3
3	-«-	1000	1
4	-«-	1800	2
5	-«-	2000	3,5
6	160000	1500	2
7	-«-	2000	3
8	-«-	1000	1
9	160000	1800	2
10	-«-	2000	3,5
11	100000	1500	2
12	-«-	2000	3
13	-«-	1000	1
14	-«-	1800	2
15	-«-	2000	3,5
16	180000	1500	2
17	-«-	2000	3
18	-«-	1000	1
19	-«-	1800	2
20	-«-	2000	3,5
21	130000	1500	2
22	-«-	2000	3
23	-«-	1000	1
24	-«-	1800	2
25	-«-	2000	3,5
26	160000	1800	2
27	-«-	2500	3
28	-«-	1500	1
29	-«-	2800	2
30	-«-	2500	3,5

Пояснення до практичного завдання

Визначення відповідності водойми санітарно-токсикологічними нормам
Водойма відповідає санітарно-токсикологічними нормами в разі виконання наступної умови

$$C_i \leq ГДК_i,$$

де C_i – концентрація забруднюючої речовини (іону), мг/л;

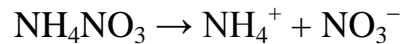
$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація речовини (іону) для води господарсько-питного призначення, мг/л (табл. 2).

Таблиця 2 – Гранично допустимі концентрації іонів для води господарсько-питного призначення

Речовина (іон)	ГДК, мг/л
NH_4^+	0,39
NO_3^-	9,0

Етапи виконання:

Запишемо рівняння дисоціації нітрату амонію в воді:



Отже, оцінити відповідність водойми санітарно-токсикологічним нормам потрібно за концентрацією двох іонів: NH_4^+ и NO_3^- .

Розглянемо розрахунок концентрації одного іону NH_4^+ . Для другого іону розрахунок проводиться аналогічно.

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4^+}}{V},$$

де $C_{\text{NH}_4^+}$ – концентрація іонів NH_4^+ у водоймі, мг/л;

$m_{\text{NH}_4^+}$ – маса іонів NH_4^+ , що знаходяться у водоймі, мг;

V – об'єм води у водоймі, л,

$$V = V_1 + V_2,$$

де V_1 – місткість водойми, л;

V_2 – об'єм дощових вод, що потрапили у водойму, л.

Для того, щоб визначити масу іонів NH_4^+ , що знаходяться у водоймі, складемо пропорцію:

$$\frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = \frac{m_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4^+}},$$

де $m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ – маса нітрату амонію, занесеного у водойму, г;

$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ – молярна маса нітрату амонію, г/моль;

$M_{\text{NH}_4^+}$ – молярна маса іону NH_4^+ , г/моль;

$m_{\text{NH}_4^+}$ – маса іонів NH_4^+ , що містяться у водоймі, г.

З пропорції знаходимо $m_{\text{NH}_4^+}$:

$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}.$$

Якщо виконуються умови:

$$\frac{C_{\text{NH}_4^+}}{\text{ГДК}_{\text{NH}_4^+}} \leq 1 \quad \text{та} \quad \frac{C_{\text{NO}_3^-}}{\text{ГДК}_{\text{NO}_3^-}} \leq 1,$$

то вода відповідає санітарно-токсикологічними нормам.

Приклад рішення практичного завдання

У водойму ємністю 115000 м^3 з дощовими водами об'ємом 1000 м^3 занесено $1,5 \text{ т NH}_4\text{NO}_3$, що використовується на полях в якості добрива. Визначити відповідність водойми санітарно-токсикологічними нормам. Визначаємо масу іона NH_4^+ , що потрапив у водойму:

$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NH}_4^+}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}.$$

Розраховуємо молярну масу NH_4NO_3 :

$$M_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = A_N + 4A_H + A_N + 3A_O = 14 + 4 + 14 + 3 \cdot 16 = 80 \text{ г/моль}.$$

Розраховуємо молярну масу NH_4^+ :

$$M_{\text{NH}_4^+} = A_N + 4A_H = 14 + 4 \cdot 1 = 18 \text{ г/моль}.$$
$$m_{\text{NH}_4^+} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 18}{80} = 0,34 \cdot 10^6 \text{ г} = 0,34 \cdot 10^9 \text{ мг}.$$

Аналогічно визначаємо масу іону NO_3^- , що потрапив у водойму:

$$m_{\text{NO}_3^-} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot M_{\text{NO}_3^-}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}.$$

Розраховуємо молярну масу NO_3^- :

$$M_{\text{NO}_3^-} = A_N + 3A_O = 14 + 3 \cdot 16 = 62 \text{ г/моль}.$$
$$m_{\text{NO}_3^-} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \cdot 62}{80} = 1,16 \cdot 10^6 \text{ г} = 1,16 \cdot 10^9 \text{ мг}.$$

Розраховуємо об'єм води у водоймі:

$$V = 115000 + 1000 = 116000 \text{ м}^3 = 0,116 \cdot 10^9 \text{ л}.$$

Визначаємо концентрацію іону NH_4^+ у водоймі:

$$C_{\text{NH}_4^+} = \frac{0,34 \cdot 10^9}{0,116 \cdot 10^9} = 2,93 \text{ мг/л}.$$

Визначаємо концентрацію іону NO_3^- у водоймі:

$$C_{NO_3^-} = \frac{1.16 \cdot 10^9}{0.116 \cdot 10^9} = 10 \text{ мг/л.}$$

Визначаємо відповідність води у водоймі санітарно-токсикологічним нормам:

$\frac{C_{NH_4^+}}{ГДК_{NH_4^+}} = \frac{2,93}{0,39} = 7,5 > 1$, це означає, що вода не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

$\frac{C_{NO_3^-}}{ГДК_{NO_3^-}} = \frac{10}{9} = 1,1 > 1$, це означає, що вода не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

Висновок: вода у водоймі не відповідає санітарно-токсикологічним нормам.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 5

Визначення впливу повітряних ліній електропередач на навколишнє середовище

Навчальна мета:

Навчитися визначати вплив повітряних ліній електропередач на навколишнє середовище

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Тривале знаходження протягом місяців і років людей в зоні ЛЕП, що випромінює електромагнітні коливання і створює електромагнітне поле, веде до негативних змін в організмі. Подібний стан викликає порушення в нервовій, серцево-судинній, ендокринній, статевій, гематологічній, імунній системах і збільшує небезпеку розвитку онкопатології. Саме тому для захисту людей від шкідливого впливу електромагнітного поля вздовж проходження високовольтної лінії мають встановлюватися санітарно-захисні зони, розмір яких встановлюється з урахуванням напруги ЛЕП.

Таблиця 1 – Допустима напруга електричного поля під ВЛ

Вид місцевості	Допустима напруженість (ГДУ), кВ/м
Важкодоступна місцевість (болота, гори)	20
Ненаселена місцевість	15
Перетини з дорогами	10
Населена місцевість	5
Житлові будинки	1,5

Таблиця 2 - Відстані від крайніх проводів ВЛ до найближчих будівель (санітарно-охоронна зона)

Напруга, кВ	Санітарно-охоронна зона, м
220	25
330	30
500	30
750	40

Розрахунок електричного поля повітряних ліній

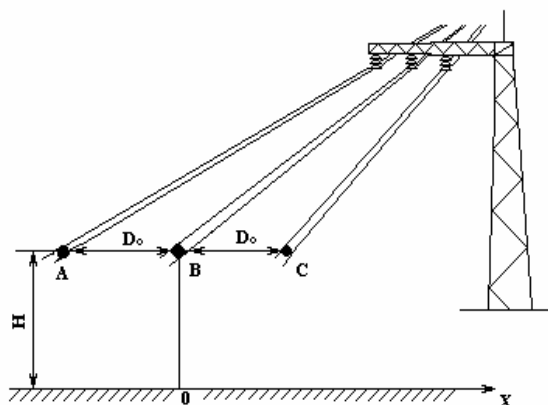


Рисунок 1 – Розрахункова схема електричного поля повітряних ліній, де А, В, С – дроти повітряної лінії відповідно фаз А, В, С

Напруга електричного поля, що створюється повітряними лініями на поверхні землі (рис. 1) визначається за формулою 1:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \left[\frac{2 \cdot H}{(X - D_0)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + D_0)^2 + H^2} \right], \quad (1)$$

- Е – напруга електричного поля, кВ/м,
- С – ємність одиниці довжини лінії, Ф/м,
- U – номінальна напруга, кВ,
- $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл·Н/м – діелектрична постійна,
- H – висота підвісу проводу, м,
- D_0 – відстань між проводами, м,
- X – відстань до розрахункової точки, м.

Ємність одиниці довжини визначається за формулою:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot D_o}{d}\right)}, \quad (2)$$

де d – діаметр проводу, м.

Розрахунок шуму повітряних ліній

Допустимий рівень шуму на території, що безпосередньо прилягає до житлових будинків, складає 45 дБА.

Рівень звуку на відстань 100 м від крайньої фази в залежності від напруги поля на проводах визначається за формулою:

$$L = 20 + 0,0111 \cdot E_{\max} + 900 \cdot r + 15 \cdot \lg n - 20 \cdot \lg B, \quad (3)$$

L – рівень звуку, дБА,

E_{\max} – діюче значення максимальної напруженості на поверхні проводу, кВ/м,

r – радіус проводу, м,

n – число проводів у фазі,

B – відстань від крайньої фази.

Максимальна напруженість на поверхні проводу визначається за формулою:

$$E_{\max} = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_o \cdot r} \quad (4)$$

Завдання до практичної роботи

1) Розрахувати для заданого варіанта (табл.3) напругу електричного поля, створюваного повітряною лінією електропередач в точках з координатами $X = 0, 10, 20, 30, 40, 50$ м. Порівняти отримані значення з допустимими величинами (табл. 1).

2) Визначити в якій місцевості можна прокласти дану лінію електропередач. Побудувати графік $E = f(X)$.

3) Розрахувати шум на відстані 100 м від крайньої фази повітряної лінії. Зробити висновок про можливість прокладки ВЛ поблизу житлових будинків, для яких допустимий рівень шуму становить 45 дБА.

Приклад розрахунку

Вихідні дані:

№	Напруга $U, \text{кВ}$	Перетин дроту, $S, \text{мм}^2$	Число проводів у фазі, n	Відстань між фазами, $D_o, \text{м}$	Висота підвісу проводу, $H, \text{м}$
	330	400	2	4	8

Визначимо діаметр проводу: $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $d = 0,0226 \text{ м}$ $r = 0,0113 \text{ м}$

Ємність одиниці довжини лінії:

$$C = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot D_0}{d}\right)} = \frac{24 \cdot 10^{-12}}{\lg\left(\frac{2 \cdot 4}{0,0226}\right)} = 9,4 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

Напруга електричного поля:

$$E = \frac{C \cdot U}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \left[\frac{2 \cdot H}{(X - D_0)^2 + H^2} - \frac{H}{X^2 + H^2} - \frac{H}{(X + D_0)^2 + H^2} \right] =$$

$$= \frac{9,4 \cdot 10^{-12} \cdot 330}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \left[\frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right] =$$

$$= 32,3 \cdot \left[\frac{16}{(X - 4)^2 + 64} - \frac{8}{X^2 + 64} - \frac{8}{(X + 4)^2 + 64} \right]$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.

Ширина охоронної зони при $U = 330 \text{ кВ}$ становить 30 м .

Таблиця 3

X, м	E, кВ/м
0	-0,8075
10	2,5985
20	0,6543
30	0,2185
40	0,0955
50	0,0496

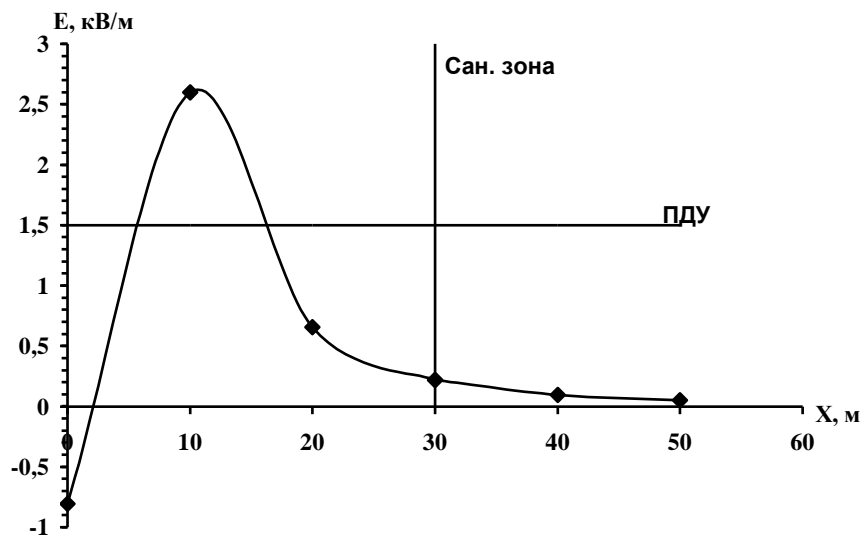


Рисунок 2 – Залежність напруженості електричного поля від відстані

Висновок: На границі охоронної зони (30 м) напруга електричного поля нижче допустимої для житлової забудови. Отже, за межами охоронної зони можна вести житлове будівництво.

Розрахунок шуму:

$$E = \frac{C \cdot U}{2\sqrt{3} \pi \epsilon_0 \cdot r} = \frac{9,4 \cdot 10^{-12} \cdot 330}{2\sqrt{3} \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,0113} = 3863 \text{ кВ/м}$$

$$L = 20 + 0,0111 \cdot E_{\max} + 900 \cdot r + 15 \cdot \lg n - 20 \lg B =$$

$$= 20 + 0,0111 \cdot 3863 + 900 \cdot 0,0113 + 15 \lg 2 - 20 \lg 100 = 11,68 \text{ дБ}$$

Висновок: шум на відстані 100 м від ЛЕП 330 кВ становить 11,68 дБА, що є нижче допустимого.

Варіанти завдань

№	Напруга U,кВ	Перетин дроту, S, мм ²	Число проводів у фазі, n	Відстань між фазами, Do, м	Висота підвісу проводу, H, м
1	220	240	1	7	17,5
2	220	300	1	8	20,5
3	220	330	1	9	22,5
4	220	400	1	10	17,5
5	220	500	1	11	20,5
6	220	600	1	12	22,5
7	330	240	1	9	10,7
8	330	300	1	10	17,5
9	330	330	1	11	20,5
10	330	400	2	12	22,5
11	330	500	2	13	25,5
12	330	600	2	14	22,5
13	500	300	2	12	17
14	500	300	2	13	22
15	500	330	2	14	27
16	500	400	3	14	17
17	500	500	3	15	22
18	500	600	3	15	27
19	750	240	3	17,5	28
20	750	300	3	18	30
21	750	400	4	18,5	32
22	750	400	4	19	35
23	750	500	4	19,5	32
24	750	500	4	20	35
25	220	240	1	9	20,5
26	330	300	1	12	22,5
27	500	400	2	15	27
28	750	500	3	18	30
29	330	500	2	13	20,5
30	500	600	2	14	22,5

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 6

Розрахунок електромагнітного випромінювання, що створюється телевізійною станцією

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати рівень електромагнітного випромінювання, що створюється телевізійною станцією, та визначати безпечну відстань до неї.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.

5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.

6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.

7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.

8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.

9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.

10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.

11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.

12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.

13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Нормування електромагнітного випромінювання.

Санітарні правила і норми СанПіН 2.2.4.1191-03 «Електромагнітні поля у виробничих умовах» встановлюють гранично-допустимі рівні (ГДР) впливу на людей електромагнітних випромінювань у діапазоні частот 30 кГц – 300 ГГц.

Таблиця 1 – Гранично допустимі рівні ЕМВ, що створюються телевізійними станціями

Частота, МГц	ГДР, В/м
30-60	5
60-120	4
120-240	3
240-300	2,5

При одночасному опроміненні від декількох джерел, для яких встановлено різні ГДР, має дотримуватися така умова:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{\text{ГДР}_i} \right)^2 \leq 1, \quad (1)$$

де E_i – напруженість електричного поля, створюваного i -джерелом, В/м,
 ГДР_i – гранично-допустимий рівень для i -джерела, В/м.

Для захисту населення від ЕМВ потужних телерадіостанцій (понад 100 кВт) короткохвильового діапазону, вони повинні розміщуватися за межами населених місць, поодаль від житлової забудови.

Навколо телерадіостанцій створюють санітарно-захисні зони (СЗЗ), розміри яких повинні забезпечувати ГДР ЕМВ у населених місцях (табл. 2).

Таблиця 2 – Розміри СЗЗ

Сумарна потужність передавача, кВт	Розміри санітарної зони, м
до 10	у межах технічної території
10-75	200-300
75-160	400-500
більш ніж 160	500-1000

СЗЗ розділяється на зону строгого режиму (50-100 м) і зону обмеженого користування в залежності від потужності передавача. У зоні суворого режиму допускається перебування тільки працівників передавальної станції, і обмежений час. У зоні обмеженого користування можна розташовувати об'єкти, в яких громадяни могли б перебувати < 8 годин (гаражі, господарсько-побутові приміщення та ін.).

Визначення напруженості електричного поля в розрахунковій точці

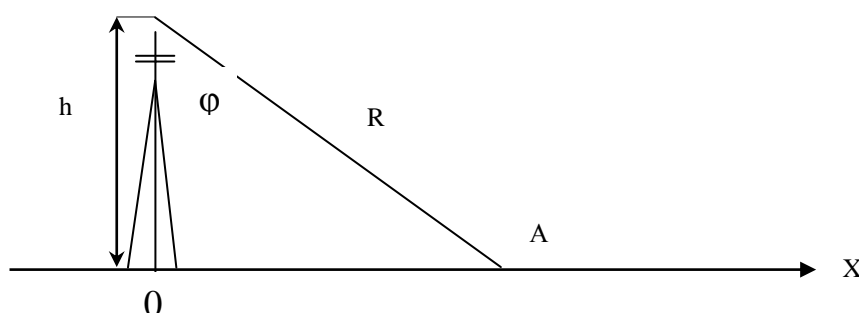


Рисунок 1

Електрична напруженість ЕМВ в розрахунковій точці А визначається за формулою:

$$W = \bar{E} \cdot \bar{H} = \frac{E^2}{377} = \frac{P \cdot \phi}{4 \cdot \pi \cdot R^2}, \quad (2)$$

$$E = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \varphi}{h^2 + x^2}}, \quad (3)$$

де P – потужність джерела, Вт
 φ – коефіцієнт спрямованості антени, рад

$$\varphi = \arctg \frac{x}{h} \quad (4)$$

де R – відстань від антени до розрахункової точки, м
 h – висота антени, м
 x – відстань від основи антени до розрахункової точки, м.
Електрична напруженість ЕМВ у житловому приміщенні визначається за формулою:

$$E^* = k \cdot E \quad (5)$$

де k – ослаблення ЕМВ стінами будівлі,
 $k = 1$ для цегляних стін;
 $k = 0,2$ для панельних стін.

Завдання для практичної роботи

1) Розрахувати електричну напруженість ЕМВ, що створюється телевізійними передавальними антенами, в міру віддалення від телецентру ($X = 0$, $X = 50$, $X = 70$, $X = 100$, $X = 150$, $X = 200$, $X = 250$, $X = 300$). Побудувати графік $\alpha = f(x)$. Визначити на якій відстані електрична напруженість зменшується до ГДР (табл. 1).

2) Визначити розмір санітарної зони за табл. 2 і визначити напруженість електричного поля всередині житлового будинку, розташованого на межі санітарної зони і порівняти з ГДР.

Приклад розрахунку

Вихідні дані наведені в табл 3.

Таблиця 3

h, м	1 канал		2 канал		3 канал	
	f_1	P_1	f_2	P_2	f_3	P_3
100	80	5000	110	10000	210	2500

де h – висота антени, м;
 f_i – частота, МГц;
 P_i – потужність передавача, Вт.

Визначимо ГДР для кожного каналу за таблицею 1 і занесемо в табл. 4.

Визначимо електричну напруженість в розрахункових точках за формулою (3) і результати розрахунку зведемо в табл. 4 і рис. 2.

$$X = 50 \quad E_1 = \sqrt{\frac{30 \cdot P \cdot \operatorname{arctg} \frac{x}{h}}{h^2 + x^2}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 5000 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 2,35 \text{ В/м}$$

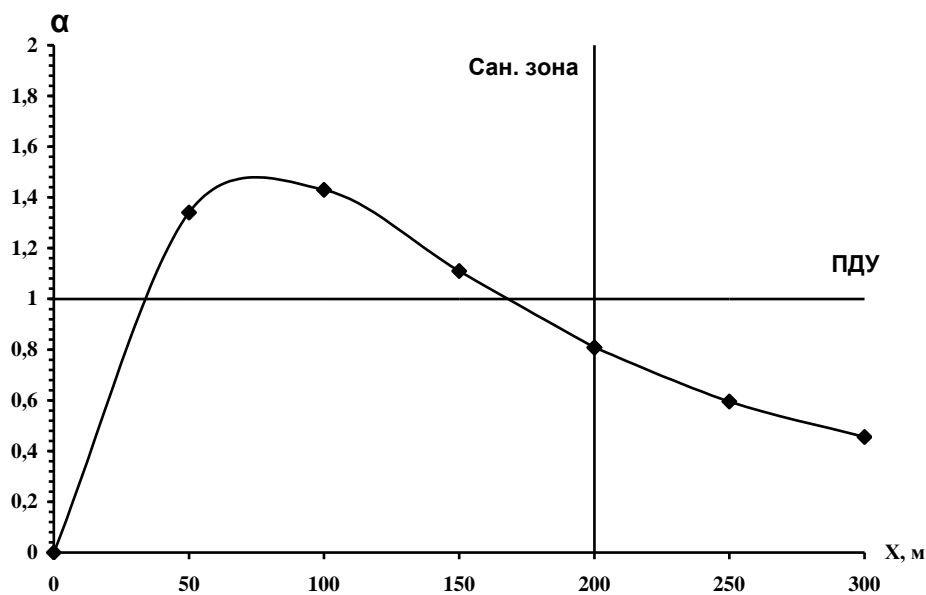
$$E_2 = \sqrt{\frac{30 \cdot 10000 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 3,32 \text{ В/м}$$

$$E_3 = \sqrt{\frac{30 \cdot 2500 \cdot \operatorname{arctg} \frac{50}{100}}{50^2 + 100^2}} = 1,66 \text{ В/м}$$

$$a = (2,35/4)^2 + (3,32/4)^2 + (1,66/3)^2 = 0,36$$

Таблиця 4

X	$\operatorname{arctg} \frac{x}{h}$	E_1	E_2	E_3	α
0	0	0	0	0	0
50	0,464	2,35	3,32	1,66	1,34
100	0,785	2,42	3,43	1,72	1,43
150	0,983	2,13	3,02	1,51	1,11
200	1,107	1,82	2,58	1,29	0,808
250	1,190	1,57	2,21	1,11	0,596
300	1,249	1,37	1,94	0,97	0,456
ГДР	-	4	4	3	1



Сумарна потужність передавачів

$$5000 + 10000 + 2500 = 17500 \text{ Вт} = 17,5 \text{ кВт}$$

Звідси за табл. 2 визначаємо розмір санітарної зони – 200 м.

Знаходимо за табл. 5 величину E для $X = 200$ м і розраховуємо напруженість електричного поля в цегляному і панельному будинках.

Таблиця 5

	E_1	E_2	E_3	α
$X=200$	1,82	2,58	1,29	0,808
Цегляний дім	1,82	2,58	1,29	0,808
Панельний дім	0,364	0,516	0,258	0,032
ГДР	4	4	3	1

Висновок. На межі санітарної зони ЕМВ у цегляних і панельних будинках не перевищує допустимі значення.

Варіанти завдань

Розрахувати електричну напруженість, що створюється телевізійним передавачем, у міру віддалення від нього відповідно до заданого варіанту (табл. б).

У таблиці дані висота антени, частоти і потужність передавачів.

Таблиця 6

№ варіанту	Висота антени h	1 канал		2 канал		3 канал	
		f_1	P_1	f_2	P_2	f_3	P_3
1	300	31	1100	61	3100	121	6100
2	290	32	1200	62	3200	122	6200
3	280	33	1300	63	3300	123	6300
4	270	34	1400	64	3400	124	6400
5	260	35	1500	65	3500	125	6500
6	250	36	1600	66	3600	126	6600
7	240	37	1700	67	3700	127	6700
8	230	38	1800	68	3800	128	6800
9	220	39	1900	69	3900	129	6900
10	210	40	100	70	4000	130	7000
11	200	41	1100	71	4100	131	7100
12	190	42	1200	72	4200	132	7200
13	180	43	1300	73	4300	133	7300
14	170	44	1400	74	4400	134	7400
15	160	45	1500	75	4500	135	7500
16	150	46	1600	76	4600	136	7600
17	140	47	1700	77	4700	137	7700
18	130	48	1800	78	4800	138	7800
19	120	49	1900	79	4900	139	7800
20	110	50	2000	80	5000	140	8000

21	100	51	2100	81	5100	141	8100
22	90	52	2200	82	5200	142	8200
23	80	53	2300	83	5300	143	8300
24	90	54	2400	84	5400	144	8400
25	100	55	2500	85	5500	145	8500
26	110	59	2600	86	5600	146	8600
27	120	57	2700	87	5700	147	8700
28	130	58	2800	88	5800	148	8800
29	140	59	2900	89	5900	149	8900
30	150	59,5	3000	90	6000	150	9000

де h – висота антени, м;
 f – частота, МГц ;
 P – потужність передавача, Вт.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 7

Розрахунок забруднення атмосферного повітря технологічними викидами

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати рівень забруднення атмосферного повітря технологічними викидами.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

При проектуванні промислових підприємств потрібно, відповідно до Санітарних норм СН 245-71, проводити розрахунок забруднення атмосферного повітря технологічними викидами. Розрахунок проводять з метою визначення забруднення атмосферного повітря населених пунктів і промислових майданчиків. Отримані розрахунковим шляхом концентрації шкідливих речовин в повітрі, порівнюють з величиною гранично-допустимих концентрацій цих речовин у повітрі робочої зони промислових підприємств (ГДК_{рз}) і середньодобової гранично-допустимої концентрації шкідливої речовини в повітрі населених пунктів (ГДК_{сд}), які вказані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Шкідлива речовина	Хімічна формула	ГДКрз	ГДКсд
Азоту двоокис	NO ₂	5	0.085
Алюмінія оксид	Al ₂ O ₃	2	0.02
Аміак	NH ₃	20	0.2
Ацетон	CH ₃ COOH ₃	200	0.35
3,4 бензпірен	C ₂₀ H ₁₂	0.00015	10 ⁻⁶
Зеліза оксид	Fe ₂ O ₃	6	0.04
Пил SiO ₂	SiO ₂	2	0.05
Мідь	Cu	0.5	0.002
Нікель	Ni	0.5	0.001
Озон	O ₃	0.1	0.03
Сажа	C	4	0.05
Свинець	Pb	0.007	0.003
Сірки двоокис	SO ₂	10	0.05
Сірчана кислота	H ₂ SO ₄	1	0.1
Сірководень	H ₂ S	10	0.008
Вуглецю оксид	CO	20	1
Фтористий водень	HF	0.5	0.005
Хромовий ангідрид	Cr ₂ O ₃	0.01	0.0015

При перевищенні цих концентрацій необхідно передбачити заходи щодо зниження рівня забруднення, наприклад, підвищення ефективності очисних пристроїв, спорудження газоочисних установок, досконалість технологічних процесів і установок, збільшення висоти труб, зменшення викиду сусідніх підприємств.

При розрахунку забруднення враховується всі одночасно діючі джерела шкідливих викидів, а також існуючий фон забруднення. При розрахунку ступеня забруднення необхідно враховувати виникнення поблизу будівель при обтіканні їх повітряним потоком циркуляційних зон (замкнутих, погано провітрюваних). З цієї точки зору промислові будівлі діляться на два типи – вузькі і широкі.

Будівля вважається вузькою, якщо її ширина не перевищує 2,5 висоти будівлі ($B < 2,5 \cdot H_б$). При обтіканні повітряним потоком вузького будинку над ним і за ним виникає єдина циркуляційна зона, яка поширюється від підвітряного боку будівлі на відстань шість його висот ($6 \cdot H_б$). Висота цієї зони в середньому становить $1,8 \cdot H_б$ (рис. 1, а).

Будівля вважається широкою, якщо її ширина перевищує 2,5 висоти будівлі ($B > 2,5 \cdot H_б$). При обтіканні повітряним потоком широкої будівлі над ним виникає навітряна циркуляційна зона, довжиною $2,5 H_б$ і висотою $0,8 \cdot H_б$, а за ним підвітряна циркуляційна зона, довжиною $4 \cdot H_б$ і висотою близько $H_б$ (рис. 1, б).

Джерела викиду шкідливих речовин можуть бути точковими і лінійними. Точкове джерело – окрема труба (рис. 2, а). Лінійне джерело - аераційні ліхтарі будівлі, близько розташовані шахти і труби (рис. 2, б).

Розрахунок концентрації шкідливих речовин ведуть з урахуванням виду будівлі – вузька або широка, виду джерела шкідливих викидів – точкове або лінійчате. За розрахунковий беруть напрямок вітру перпендикулярний поздовжній стороні будівлі.

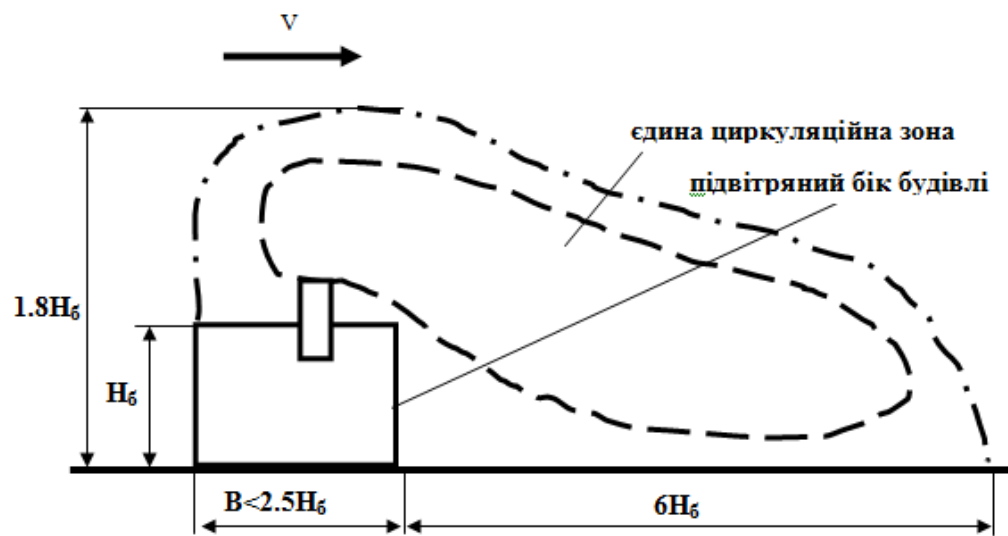


Рис. 1(а) Вузька будівля

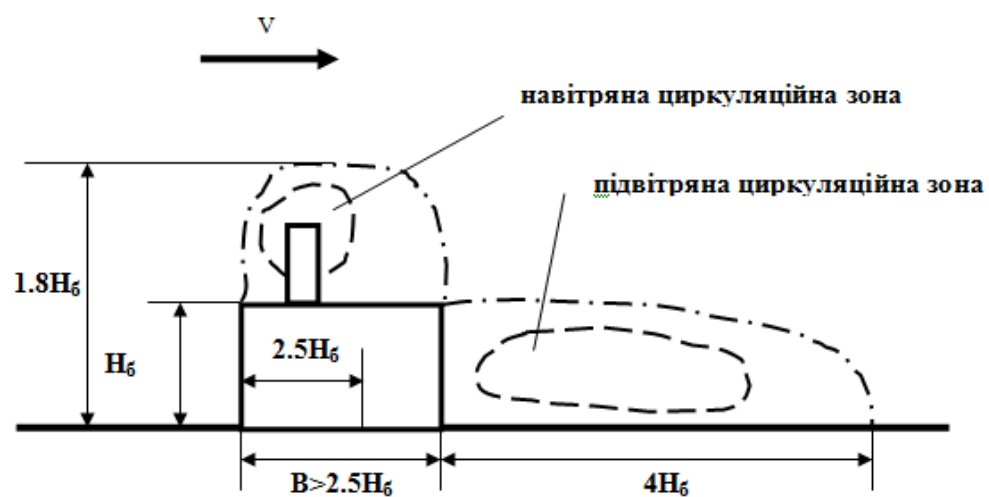


Рис.1(б) Широка будівля

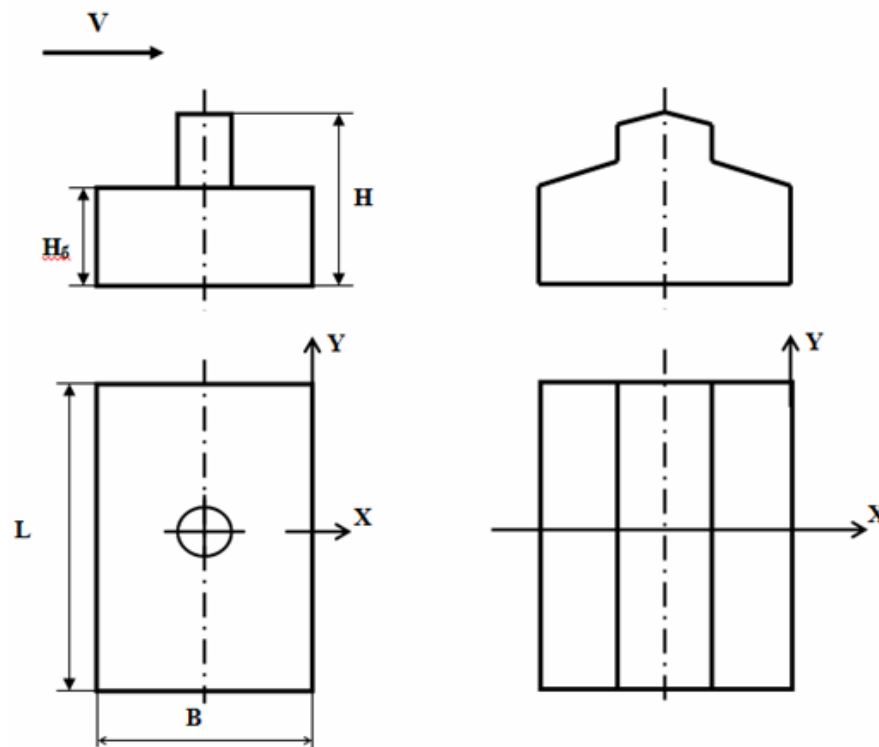


Рис 2(а)

Рис. 2(б)

Вузька окремо розташована будівля		
Джерело	Зона розрахунку	Розрахункові формули
Точкове	$0 \leq X \leq 6 H_6$	$C = \frac{1.3 \cdot M \cdot K}{V} \cdot \left(\frac{0.6}{H_6 \cdot L} + \frac{42 \cdot S_1}{(1.4 \cdot L + B + X)^2} \right)$
	$X > 6 H_6$	$C = \frac{55 \cdot M \cdot k \cdot S_1}{V \cdot (1.4 \cdot L + B + X)^2}$
Лінійне	$0 \leq X \leq 6 H_6$	$C = \frac{2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 6 H_6$	$C = \frac{7.2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot (B + X)}$
Широка окремо стояча будівля		
Джерело	Зона розрахунку	Розрахункові формули
Точкове	$0 \leq X \leq 4 H_6$	$C = \frac{5.6 \cdot M \cdot k \cdot m \cdot S_1}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 4 H_6$	$C = \frac{15 \cdot M \cdot k \cdot S_1}{V \cdot L \cdot (B + X)}$
Лінійне	$0 \leq X \leq 4 H_6$	$C = \frac{2.8 M \cdot m \cdot K}{V \cdot L \cdot H_6}$
	$X > 4 H_6$	$C = \frac{7.2 \cdot M \cdot K}{V \cdot L \cdot (B + X)}$

Умовні позначення:

C – концентрація шкідливих речовин, мг/м^3

M – маса шкідливих речовин, що викидаються джерелом в атмосферу в одиницю часу, г/с

K – безрозмірний коефіцієнт, що враховує підвищення гирла джерела на рівень забруднення (при викиді в навітряну або єдину циркуляційну зону, $K = 1$)

V – розрахункова сила вітру, $V = 1 \text{ м/с}$

H_6 – висота будівлі, м

L – довжина будівлі, м

B – ширина будівлі, м

X – відстань від підвітряного боку будівлі до розрахункової точки, м

S_1 – понижуючий коефіцієнт, що дозволяє визначити концентрації шкідливих речовин на відстані.

$$S_1 = e^{\frac{-30y^2}{(1.4L+B+X)^2}}$$

m – безрозмірний коефіцієнт, що показує, яка кількість виділених джерелом домішок бере участь в забрудненні атмосфери ($m = 1$).

Завдання до роботи

1. Перевірити можливість розміщення приймальних отворів систем припливної вентиляції в точках з координатами А (0,0), Б (0,L/4). Для цього розраховується концентрація трьох речовин в цих точках. Необхідною умовою є виконання співвідношення:

$$C_A + C_{\Phi} \leq 0,3 \cdot \text{ПДК}_{\text{РЗ}}$$
$$C_B + C_{\Phi} \leq 0,3 \cdot \text{ПДК}_{\text{РЗ}}$$

Результати розрахунку занести до таблиці 2.

Таблиця 2

	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
А (0,0)			
Б (0,L/4)			
0,3 ПДК _{РЗ}			

2. Визначити зміни концентрації шкідливих речовин в залежності від відстані до будівлі на осі факела (по осі Х). Розрахунок зробити для 7 точок: $X_1 = 0$, $X_2 = 50$, $X_3 = 100$, $X_4 = 150$, $X_5 = 200$, $X_6 = 250$, $X_7 = 300$. Результати розрахунку занести в таблицю 3.

Побудувати графіки залежності $C = f(X)$. На графіку також провести лінію – ГДК_{сд}. Порівняти розрахункові концентрації з ГДК_{сд}.

Таблиця 3

X, Y=0	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
0			
50			
100			
150			
200			
250			
300			
ГДК _{сд}			

3. Визначити можливість розташування житлових будинків на кордоні санітарної зони, розміром 1000 м. Результати розрахунку занести в таблицю 4.

Таблиця 4

X, Y=0	$C_1 + C_{\Phi 1}$	$C_2 + C_{\Phi 2}$	$C_3 + C_{\Phi 3}$
1000			
ГДК _{сд}			

4. Визначити на якій відстані від джерела викиду можна будувати житлові будинки. Результати розрахунку занести в таблицю 5.

Необхідна умова:

$$C_i + C_{\phi i} = \text{ГДК}_{\text{сд } i}$$

Таблиця 5

$X_1 =$	
$X_2 =$	$X_{\text{max}} =$
$X_3 =$	

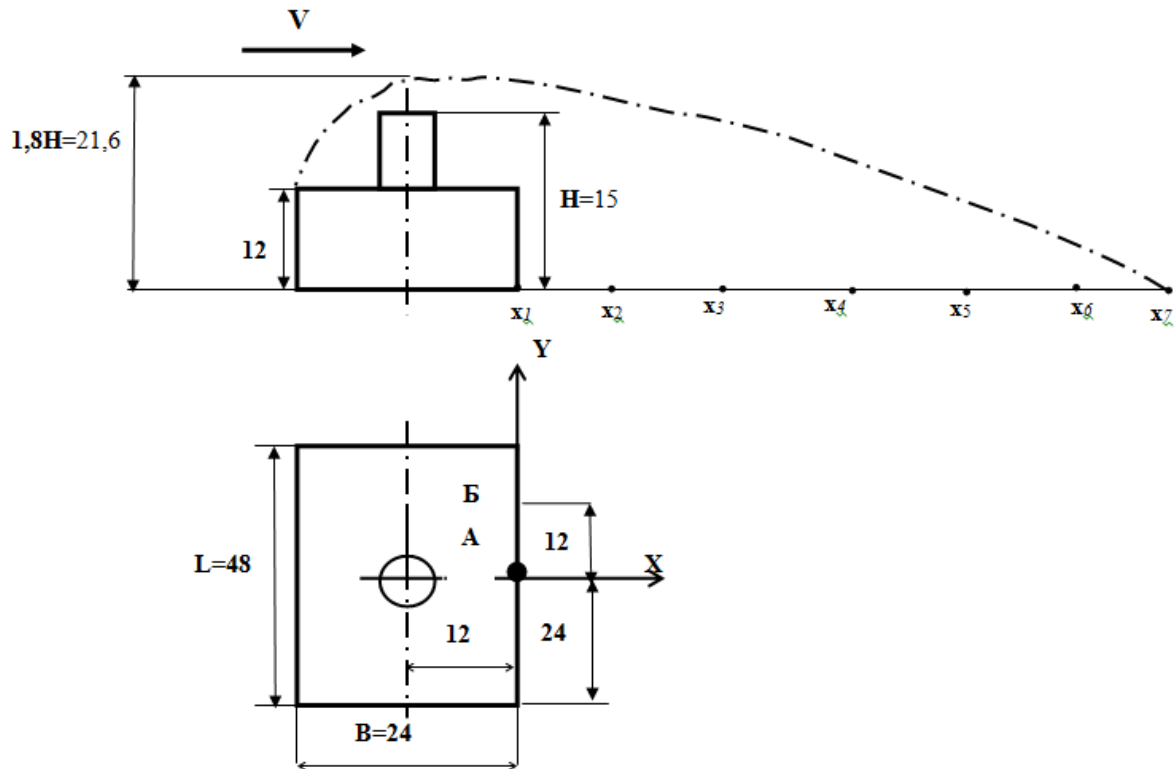


Рисунок 3 – Схема до розрахунку

Приклад розрахунку

Вихідні дані

Джерело – точкове
$L = 48 \text{ м}$
$B = 24 \text{ м}$
$H_0 = 12 \text{ м}$
$H = 15 \text{ м}$
Шкідлива речовина – аміак
$M = 150 \text{ г/с}$
$C_{\phi} = 0,01 \text{ мг/ м}^3$

З таблиці 1 знаходимо $\text{ГДК}_{\text{рз}} = 20 \text{ мг/м}^3$
 $\text{ГДК}_{\text{сд}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$

Разрахунок 1:

т.А (0,0), т.Б (0,12)

Оскільки $2,5 \cdot H_6 = 30$ м, а це значення більше ніж ширина будівлі ($B = 24$ м), отже, така будівля відноситься до вузьких, і розрахунки ведемо за такими формулами:

при $0 \leq X \leq 6 H_6$ ($0 \leq X \leq 72$ м)

$$C = \frac{13 \cdot M \cdot K}{V} \cdot \left(\frac{0,6}{H_6 \cdot L} + \frac{42 S_1}{(1,4 \cdot L + B + X)^2} \right)$$

при $X > 6 H_6$ ($X > 72$ м)

$$C = \frac{55 M \cdot K \cdot S_1}{V (1,4 L + B + X)^2}$$

У точках А і Б $X = 0$, тому розрахунок ведемо за формулою 1.

Концентрація аміаку в т. А:

$x=0, y=0$ $S_1=1$

$$C = \frac{1,3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0,6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 1}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \right) = 1,18 \text{ мг/м}^3$$

З урахуванням фонові концентрації реальна концентрації аміаку в т. А становить:

$$C_A = C + C_{\text{ф}} = 1,18 + 0,01 = 1,19 \text{ мг/м}^3$$

Концентрація аміаку в т. Б

($x = 0, y = 12$ м):

$$S_1 = e^{-\frac{30 \cdot 12^2}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2}} = e^{-0,52} = 0,59$$

$$C = \frac{1,3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0,6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 0,59}{(1,4 \cdot 48 + 24 + 0)^2} \right) = 0,78 \text{ мг/м}^3$$

$$C_B + C_{\text{ф}} = 0,784 + 0,01 = 0,794 \text{ мг/м}^3$$

Таблиця 6

	$C+C_{\text{ф}}$, мг/м
А (0,0)	1,19
Б (0,12)	0,794
0,3ГДК _{РЗ}	6

Висновок: концентрація аміаку не перевищує допустиму концентрацію в точках А і Б, тому можливе розміщення приймальних отворів припливної вентиляції, через які повітря подається в цех, в цих точках.

Розрахунок 2.

Розрахунок концентрації ведеться по осі Х, тому $y = 0$ і $S_1 = 1$.

Розрахункові формули:

$$0 \leq x \leq 72 \text{ м}$$

$$C = \frac{1.3 \cdot 150 \cdot 1}{1} \left(\frac{0.6}{12 \cdot 48} + \frac{42 \cdot 1}{(1.4 \cdot 48 + 24 + x)^2} \right) = 0.203 + \frac{8190}{(91.2 + x)^2}$$

$$x > 72 \text{ м}$$

$$C = \frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot (1.4 \cdot 48 + 24 + x)^2} = \frac{8250}{(91.2 + x)^2}$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 7 і на рисунку 4.

Таблиця 7

X, м	C+C _ф , мг/м ³
0	1,19
50	0,624
100	0,236
150	0,152
200	0,107
250	0,0809
300	0,0639
ГДК _{сс}	0,2

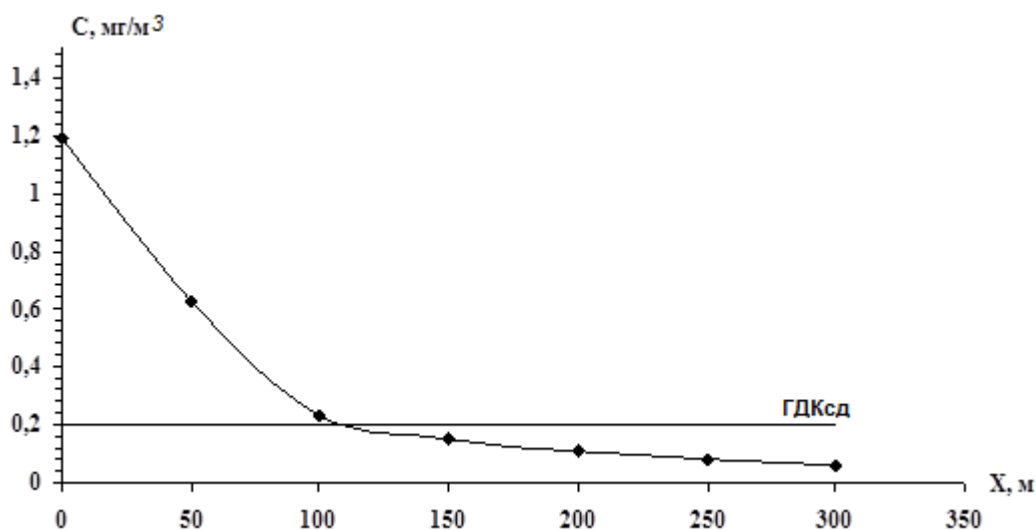


Рисунок 4

Висновок: концентрація аміаку перевищує ГДК_{сд} до відстані 120 м.

Розрахунок 3.

$X = 1000$ м, розрахунок здійснюємо за формулою 2.

$$C = \frac{55 \cdot K \cdot S_1}{V \cdot (1.4L + B + X)^2} = \frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot (1.4 \cdot 48 + 24 + 1000)^2} = 0.00693 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C + C_{\Phi} = 0,00693 + 0,01 = 0,01693$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 8

Таблиця 8

$X, Y = 0$	$C + C_{\Phi}, \text{мг/м}^3$
1000	0,01693
ГДК _{сд}	0,2

Висновок: можливе розміщення житлових будинків на кордоні санітарної зони.

Розрахунок 4.

$$C + C_{\Phi} = \text{ГДК}_{\text{сд}}$$

$$\frac{55 \cdot M \cdot K \cdot S_1}{V(1,4L + B + X)^2} + 0,01 = 0,2$$

$$\frac{55 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1}{1(1,4 \cdot 48 + 24 + X)^2} + 0,01 = 0,2$$

$$X = 117 \text{ м}$$

Результати розрахунку наведено в таблиці 9

Таблиця 9

$X_1 = 117$	$X_{\text{max}} = 117$
-------------	------------------------

Висновок: житлові будинки можна будувати на відстані 117 м.

5. Варіанти завдань

Згідно заданого варіанту виконати розрахунки концентрацій шкідливих речовин за табл. 10.

У табл. 10 прийняті наступні позначення:

L – довжина будівлі, м

B – ширина будівлі, м

H_0 – висота будівлі, м

M – маса шкідливої речовини, що викидається в одиницю часу, г/с

C_ф – фонова концентрація шкідливої речовини, мг/м³.

Таблиця 10 – Вихідні дані

№	Вид джерела	Габарити будівлі, м			Висота труби Н, м	Речовина 1		
		L	B	H		Назва	M ₁ , г/с	C _{ф1} , мг/м ³
1	точкове	40	24	10	15	SiO ₂	200	0,01
2	точкове	42	20	12	18	Al ₂ O ₃	180	0
3	точкове	44	18	14	22	NO ₂	160	0,002
4	точкове	46	28	10	17	NH ₃	80	0,006
5	точкове	48	32	12	18	O ₃	10	0
6	точкове	36	24	8	12	CH ₃ COOH ₃	20	0
7	лінійне	40	20	12	16	NO ₂	100	0,01
8	лінійне	42	26	14	18	Cr ₂ O ₃	2,5	0
9	лінійне	44	24	16	20	H ₂ SO ₄	80	0,01
10	лінійне	50	28	10	15	NO ₂	100	0,01
11	лінійне	48	32	12	16	NH ₃	100	0,08
12	лінійне	60	36	10	16	NO ₂	80	0,01
13	точкове	60	40	15	18	Cu	19	0
14	точкове	48	36	13	19	CO	110	0,02
15	точкове	48	28	10	13	HF	10	0
16	точкове	72	36	11	16	NH ₃	100	0,006
17	точкове	48	40	12	15	Cr ₂ O ₃	2,2	0
18	точкове	60	36	12	16	Ni	1,8	0
19	лінійне	60	42	16	19	NO ₂	80	0,01
20	лінійне	60	46	18	20	Fe ₂ O ₃	300	0,01
21	лінійне	48	36	12	14	SiO ₂	160	0,01
22	лінійне	50	36	16	18	SO ₂	100	0,002
23	лінійне	52	24	10	13	Al ₂ O ₃	110	0
24	лінійне	48	24	12	18	O ₃	8,0	0
25	точкове	40	20	10	15	C	100	0,001
26	точкове	80	40	16	20	CH ₃ COOH ₃	10	0,02
27	лінійне	120	46	12	18	SiO ₂	180	0,002
28	лінійне	100	60	14	19	NO ₂	150	0
29	точкове	60	30	15	20	NO ₂	60	0,005
30	лінійне	90	24	12	22	NH ₃	100	0,01

Продовження таблиці 10

№	Речовина 2			Речовина 3		
	Назва	M ₂ , г/с	C _{ф2} , мг/м ³	Назва	M ₃ , г/с	C _{ф3} , мг/м ³
1	C	180	0,01	SO ₂	80	0,004
2	Fe ₂ O ₃	250	0	CO	100	0,02
3	CO	120	0,1	SiO ₂	100	0,01
4	SiO ₂	180	0,004	C ₂₀ H ₁₂	0,3	0
5	H ₂ S	120	0	SO ₂	140	0,01
6	CO	100	0,01	SO ₂	60	0,001
7	CO	120	0,03	C ₂₀ H ₁₂	0,5	0
8	Ni	3,0	0	CO	140	0,08
9	H ₂ S	100	0,001	HF	16	0
10	C	190	0,01	Al ₂ O ₃	25	0
11	H ₂ SO ₄	120	0	CH ₃ COOH ₃	1,4	0,07
12	H ₂ S	120	0	C ₂₀ H ₁₂	0,1	0
13	Ni	2,6	0	Pb	3,8	0,001
14	SO ₂	140	0,01	C ₂₀ H ₁₂	0,9	0
15	H ₂ S	110	0	SO ₂	200	0,01
16	Ni	1,8	0	O ₃	2,6	0,001
17	Pb	0,24	0,001	HF	16	0
18	Fe ₂ O ₃	210	0,01	H ₂ S	12	0
19	CO	120	0,03	Pb	2,0	0
20	SiO ₂	260	0,002	C	200	0
21	SO ₂	120	0,003	O ₃	8,0	0
22	Fe ₂ O ₃	180	0,01	H ₂ S	160	0
23	HF	12	0	NH ₃	140	0,03
24	H ₂ SO ₄	140	0,02	SiO ₂	180	0,01
25	Al ₂ O ₃	20	0	NH ₃	100	0,01
26	C ₂₀ H ₁₂	0,1	0	Fe ₂ O ₃	50	0,002
27	Cu	11	0	NiO	0,8	0
28	SO ₂	120	0,003	CO	90	0,01
29	H ₂ SO ₄	150	0,001	C	100	0,003
30	H ₂ S	120	0,001	HF	15	0

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 8

Розрахунок висоти осаду на піщаному фільтрі

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати висоту осаду на піщаному фільтрі, який накопичується внаслідок очищення річкової води.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Очищення природної води або водоочищення – оброблення природної води з метою покращання її якості, необхідної для водопостачання, за допомогою механічних, хімічних, фізичних та біологічних методів. Вимоги, що ставляться до якості води, залежать від її призначення: для господарсько-питного водопостачання, промислових цілей або енергетичних установок.

До найпоширеніших прийомів очищення природної води належать:

1. прояснення
2. знебарвлення (усунення мутності та колірності води) шляхом відстоювання (у відстійниках)
3. фільтрування (у водопровідних фільтрах), знезаражування (хлорування, озонування тощо), пом'якшення, опріснення.

Поверхневі води природних джерел до подавання у водопровід прояснюють через видалення завислих та колоїдних частинок (коагуляцією, відстоюванням, фільтруванням), знебарвлюють та знезаражують (рідким хлором, хлорним вапном, озоном).

Фільтр – пристрій, прилад або речовина для відокремлення потоку (рідини, газу, інформації, сигналу тощо) за його певними характеристиками від непотрібних домішок.

Очистка малоконцентрованих суспензій проводиться в більшості випадків на швидких фільтрах, які є заключною стадією в двоступеневих реагентних схемах прояснення та знебарвлення води.

Швидкі фільтри – це ємності, в які засипають важку (таку, що тоне у воді) засипку: кварцовий пісок, антрацит, подрібнений або не подрібнений керамзит, аглопорит, вулканічні та попалені породи, тощо. Фільтр працює так: протягом 1...3 діб у фільтрі постійно чергуються режими фільтрування і промивки. В режимі фільтрування завесь затримується засипкою, в режимі промивки забруднення вимиваються зворотнім потоком чистої води і скидаються в каналізацію.

Приклад практичного завдання

Протягом доби через піщаний фільтр пропускають річкову воду для одержання питної води. Об'ємна витрата води на виході з фільтру становить $20 \text{ м}^3/\text{год}$, концентрація зважених речовин на вході в фільтр – $8 \text{ мг}/\text{дм}^3$, на виході – $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Щільність зважених речовин складає $0,9 \text{ г}/\text{см}^3$. Визначити висоту осаду на піщаному фільтрі, який накопичується внаслідок очищення річкової води за добу, якщо діаметр фільтру $0,7 \text{ м}$.

Розв'язання

1) Кількість зважених речовин (M), що залишиться на фільтрі за годину:

$$M = Q \cdot (C_1 - C_2),$$

де Q – об'ємна витрата води на виході з фільтру,

C_1, C_2 – відповідно концентрація зважених речовин на вході і виході з фільтру.

$$M = 20 \text{ м}^3/\text{год} \cdot (8 \text{ мг}/\text{дм}^3 - 1 \text{ мг}/\text{дм}^3) = 20 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{год} \cdot 7 \text{ мг}/\text{дм}^3 = 140 \cdot 10^3 \text{ мг}/\text{год}.$$

2) Об'єм, що займає окрема кількість зважених речовин (V):

$$V = M / \rho,$$

де ρ – густина зважених речовин.

$$V = 140 \cdot 10^3 \text{ мг}/\text{год} / 0,9 \text{ г}/\text{см}^3 = 140 \text{ г}/\text{год} / 0,9 \text{ г}/\text{см}^3 = 155,6 \text{ см}^3/\text{год}.$$

3) Площа фільтра (S):, де r – радіус фільтра.

$$S = 3,14 \cdot (0,7 \text{ м} / 2)^2 = 3,14 \cdot 0,1225 \text{ м}^2 = 0,3847 \text{ м}^2 = 3847 \text{ см}^2.$$

4) Висота осаду: $V = S \cdot h$, звідки $h = V / S$.

$$h = 155,6 \text{ см}^3/\text{год.} / 3847 \text{ см}^2 = 0,04 \text{ см}/\text{год.}$$

5) Висота осаду на піщаному фільтрі, який накопичується внаслідок очищення річкової води за добу, дорівнює

$$h = 0,04 \text{ см}/\text{год.} \cdot 24 \text{ год.}/\text{добу} = 0,97 \text{ см}/\text{добу}.$$

Відповідь. Отже, висота осаду на піщаному фільтрі, який накопичується внаслідок очищення річкової води за добу, дорівнює 0,97 см.

Варіанти завдань

№ варіанту	t, год.	Q, м ³ /год.	C ₁ , мг/дм ³	C ₂ , мг/дм ³	ρ, г/см ³	D _ф , м
1	24	5	9	1	0,5	0,9
2	- // -	10	9	2	0,6	0,8
3	- // -	15	9	3	0,7	0,7
4	- // -	20	9	1	0,8	0,6
5	- // -	25	9	2	0,9	0,5
6	100	5	9	3	0,5	0,9
7	- // -	10	9	1	0,6	0,8
8	- // -	15	9	2	0,7	0,7
9	- // -	20	9	3	0,8	0,6
10	- // -	25	9	1	0,9	0,5
11	500	5	9	2	0,5	0,9
12	- // -	10	9	3	0,6	0,8
13	- // -	15	9	1	0,7	0,7
14	- // -	20	9	2	0,8	0,6
15	- // -	25	9	3	0,9	0,5
16	1000	5	9	1	0,5	0,9
17	- // -	10	9	2	0,6	0,8
18	- // -	15	9	3	0,7	0,7
19	- // -	20	9	1	0,8	0,6
20	- // -	25	9	2	0,9	0,5
21	5000	5	9	3	0,5	0,9
22	- // -	10	9	1	0,6	0,9
23	- // -	15	9	2	0,7	0,8
24	- // -	20	9	3	0,8	0,7
25	- // -	25	9	1	0,9	0,6
26	10000	5	9	2	0,5	0,5
27	- // -	10	9	3	0,6	0,9

28	- // -	15	9	1	0,7	0,8
29	- // -	20	9	2	0,8	0,7
30	- // -	25	9	3	0,9	0,6

де t – час фільтрування, год.;

Q – об'ємна витрата води на виході з фільтру, м³/год.

C_1, C_2 – відповідно концентрація зважених речовин на вході і виході з фільтру, мг/дм³;

ρ – густина зважених речовин, г/см³;

D_ϕ – діаметр фільтра, м.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення виїзного практичного заняття з навчальної дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття № 9 – Виїзне заняття на підприємстві важкої промисловості

Навчальна мета:

- 1) Ознайомлення з роботою екологічної служби на підприємстві.
- 2) Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальні групи: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 6 годин.

Місце проведення: підприємство важкої промисловості.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення заняття, відомості інструктажу, фотоапарат, зошити.

Обговорено на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» _____ 2016 р. Протокол №1

План заняття

1.	Вибуття на підприємство	45 хв.
2.	Основна частина	150 хв.
2.1.	Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства	40 хв.
2.2.	Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля	110 хв.
3.	Вибуття до університету	45 хв.

Організаційні вказівки

Вказати командирю (старості) групи на необхідність мати на занятті конспекти та списки інструктажу з заходів безпеки.

Загальні методичні вказівки:

У вступі:

1. Перевірити готовність студентів, курсантів до заняття, оголосити тему заняття, його мету, перевірити наявність списків із заходів безпеки.

В основній частині:

1. Вказати на важливість заняття.
2. Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства.
3. Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

У заключній частині:

1. Підвести підсумки заняття, зробити висновки, відповісти на питання аудиторії, подякувати адміністрації підприємства за проведене заняття.
2. Надати команду щодо організованого убуття до університету.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
канд. техн. наук, доцент

М.В. Сарапіна

ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 10

Визначення забезпечення очисною спорудою необхідного ступеня очищення
газових викидів

Навчальна мета:

Навчитися визначати забезпечення очисною спорудою необхідного ступеня
очищення газових викидів.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу
«Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих
спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС
України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення
практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми,
література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Приклад практичного завдання

Визначити, чи забезпечує очисна споруда (абсорбер) необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин водою за умов: витрата газових викидів – 19 м³/год., витрата води на очищення – 5 м³/год., концентрація зважених речовин у газовому потоці до очищення становить 43 мг/м³, у стічній воді після очисної споруди 160 мг/м³. ГДК зважених речовин в очищеному газі – 5 мг/м³.

Рішення:

1) Масова витрата зважених речовин у газовому потоці перед очисною спорудою:

$$M_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \cdot C_{\Gamma} = 19 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot 43 \text{ мг/м}^3 = 817 \text{ мг/год.}$$

2) Масова витрата зважених речовин у стічній воді після очисної споруди:

$$M_B = Q_B \cdot C_B = 5 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot 160 \text{ мг/м}^3 = 800 \text{ мг/год.}$$

3) Масова витрата зважених речовин у газовому потоці після очисної споруди:

$$M = M_G - M_B = 817 - 800 = 17 \text{ мг/год.}$$

4) Концентрація зважених речовин у газовому потоці після очисної споруди:

$$C = M / Q_G = 17 \text{ мг/год.} / 19 \text{ м}^3/\text{год.} = 0,9 \text{ мг/м}^3.$$

5) Порівняємо C з ГДК: $0,9 \text{ мг/м}^3 < 5 \text{ мг/м}^3$, отже очисна споруда забезпечує необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин.

Відповідь: очисна споруда забезпечує необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин.

Варіанти завдань

№	Q_G , м ³ /год.	Q_B , м ³ /год.	C_G , мг/дм ³	C_B , мг/дм ³	ГДК _{зр}	№	Q_G , м ³ /год.	Q_B , м ³ /год.	C_G , мг/дм ³	C_B , мг/дм ³	ГДК _{зр}
1	20	4	40	160	5	16	50	19	55	125	5
2	22	5	40	160	5	17	52	20	55	125	5
3	24	6	40	155	5	18	54	21	55	135	5
4	26	7	40	145	5	19	56	22	55	135	5
5	28	8	40	135	5	20	58	23	55	125	5
6	30	9	45	135	5	21	60	24	60	115	5
7	32	10	45	135	5	22	62	25	60	135	5
8	34	11	45	135	5	23	64	26	60	135	5
9	36	12	45	100	5	24	66	27	60	135	5
10	38	13	45	120	5	25	68	28	60	130	5
11	40	14	50	120	5	26	70	29	65	130	5
12	42	15	50	120	5	27	72	30	65	135	5
13	44	16	50	120	5	28	74	31	65	140	5
14	46	17	50	125	5	29	76	32	65	145	5
15	48	18	50	125	5	30	78	33	65	140	5

де Q_G , – об'ємна витрата газових викидів, м³/год.;

Q – об'ємна витрата води на очищення, м³/год.

C_G , C_B – відповідно концентрація зважених речовин у газовому потоці до очищення та у стічній воді після очисної споруди, мг/дм³;

ГДК_{зр} – гранично допустима концентрація зважених речовин в очищеному газі, мг/м³.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення виїзного практичного заняття з навчальної дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття № 11 – Виїзне заняття на підприємстві легкої промисловості

Навчальна мета:

- 1) Ознайомлення з роботою екологічної служби на підприємстві.
- 2) Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальні групи: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 6 годин.

Місце проведення: підприємство важкої промисловості.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення заняття, відомості інструктажу, фотоапарат, зошити.

Обговорено на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» _____ 2016 р. Протокол №1

План заняття

1.	Вибуття на підприємство	45 хв.
2.	Основна частина	150 хв.
2.1.	Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства	40 хв.
2.2.	Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля	110 хв.
3.	Вибуття до університету	45 хв.

Організаційні вказівки

Вказати командирю (старості) групи на необхідність мати на занятті конспекти та списки інструктажу з заходів безпеки.

Загальні методичні вказівки:

У вступі:

1. Перевірити готовність студентів, курсантів до заняття, оголосити тему заняття, його мету, перевірити наявність списків із заходів безпеки.

В основній частині:

1. Вказати на важливість заняття.
2. Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства.
3. Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

У заключній частині:

1. Підвести підсумки заняття, зробити висновки, відповісти на питання аудиторії, подякувати адміністрації підприємства за проведене заняття.
2. Надати команду щодо організованого убуття до університету.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
канд. техн. наук, доцент

М.В. Сарапіна

ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 12

Визначення ступеня розбавлення стічної води для подачі на біологічні очисні споруди

Навчальна мета:

Навчитися визначати ступінь розбавлення стічної води для подачі на біологічні очисні споруди.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Приклад практичного завдання

Визначити, скільки технічної води необхідно додати до стічної води, яка утворилася при очищенні газового потоку від домішок за умов: витрата газового потоку на очищення – 14 м³/год., концентрація домішок на вході в абсорбер – 20 мг/дм³, на виході – 3 мг/дм³, витрата води на промивку газів – 5 м³/год., стічна вода виводиться у біологічні споруди (БОС), допустима концентрація домішок у стічних водах для подачі в БОС– 4,5 мг/дм³.

Рішення:

1) Масова витрата зважених речовин у стічній воді після очисної споруди:

$$M = Q_{\Gamma} \cdot (C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) = 14 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot (20 \text{ мг/дм}^3 - 3 \text{ мг/дм}^3) = \\ = 14 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{год.} \cdot 17 \text{ мг/дм}^3 = 238 \cdot 10^3 \text{ мг/год.}$$

2) Об'ємна витрата води, необхідна для розчинення зважених речовин, з метою забезпечення допустимої концентрації домішок у стічних водах:

$$Q_{\text{необх}} = M / \text{ДК}_{\text{БОС}} = 238 \cdot 10^3 \text{ мг/год.} / 4,5 \text{ мг/дм}^3 = 52,9 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{год.} \approx 53 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3) Об'ємна витрата води, яку необхідно додати до стічної води:

$$Q_{\text{додати}} = Q_{\text{необх}} - Q_{\text{в}} = 53 \text{ м}^3/\text{год.} - 5 \text{ м}^3/\text{год.} = 48 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Висновок. Отже, до стічної води щогодини необхідно додавати 48 м³ технічної води з метою забезпечення допустимої концентрації домішок у воді для подачі в БОС.

Варіанти завдань

№	Q _г , м ³ /год.	Q _в , м ³ /год.	C _{вх} , мг/дм ³	C _{вих} , мг/дм ³	ДК _{БОС} , мг/дм ³	№	Q _г , м ³ /год.	Q _в , м ³ /год.	C _{вх} , мг/дм ³	C _{вих} , мг/дм ³	ДК _{БОС} , мг/дм ³
1	10	20	20	8	4,5	16	13	50	28	5	4,5
2	11	20	19	8	4,5	17	14	50	27	5	4,5
3	12	20	18	8	4,5	18	15	50	26	5	4,5
4	13	20	17	8	4,5	19	10	50	30	5	4,5
5	14	20	16	8	4,5	20	11	50	29	5	4,5
6	15	20	15	7	4,5	21	12	60	28	4	4,5
7	10	30	30	7	4,5	22	13	60	27	4	4,5
8	11	30	29	7	4,5	23	14	60	26	4	4,5
9	12	30	28	7	4,5	24	15	60	25	4	4,5
10	13	30	27	7	4,5	25	10	60	35	4	4,5
11	14	40	26	6	4,5	26	11	70	34	3	4,5
12	15	40	25	6	4,5	27	12	70	33	3	4,5
13	10	40	24	6	4,5	28	13	70	32	3	4,5
14	11	40	30	6	4,5	29	14	70	31	3	4,5
15	12	40	29	6	4,5	30	15	70	30	3	4,5

де Q_г – об'ємна витрата газового потоку, м³/год.;

Q_в – об'ємна витрата води на промивку газів, м³/год.

C_{вх}, C_{вих} – відповідно концентрація домішок на вході і виході з абсорберу, мг/дм³;

ДК_{БОС} – допустима концентрація домішок у стічних водах для подачі в БОС, мг/м³.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 13

Розрахунок параметрів відстійника

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати параметри відстійника.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Відстійники – резервуари або басейни для виділення з рідини зважених домішок осадженням їх під дією сили тяжіння при зниженій швидкості потоку.



Відстійники розрізняють:

- за характером роботи – безперервної або періодичної дії;
- за способом видалення наносів – з гідравлічним промиванням, з механічним очищенням і комбіновані;
- по числу камер – однокамерні і багатоканальні,
- залежно від напрямку основного потоку води в них – горизонтальні, вертикальні і радіальні.

Видалення осаду з **горизонтальних відстійників** зазвичай здійснюється за допомогою перфорованих коробів або труб, що укладаються по дну відстійника.

Вертикальні відстійники служать для осадження коагульованої суспензії на очисних станціях продуктивністю до 3 тис. м³/добу.

Радіальні відстійники зазвичай застосовують на великих водоочисних станціях для попереднього освітлення дуже каламутних вод (каламутність більше 2 г/л), а також для очищення води в системах оборотного промислового водопостачання; вони обладнуються скребковими механізмами для безперервного видалення осаду.

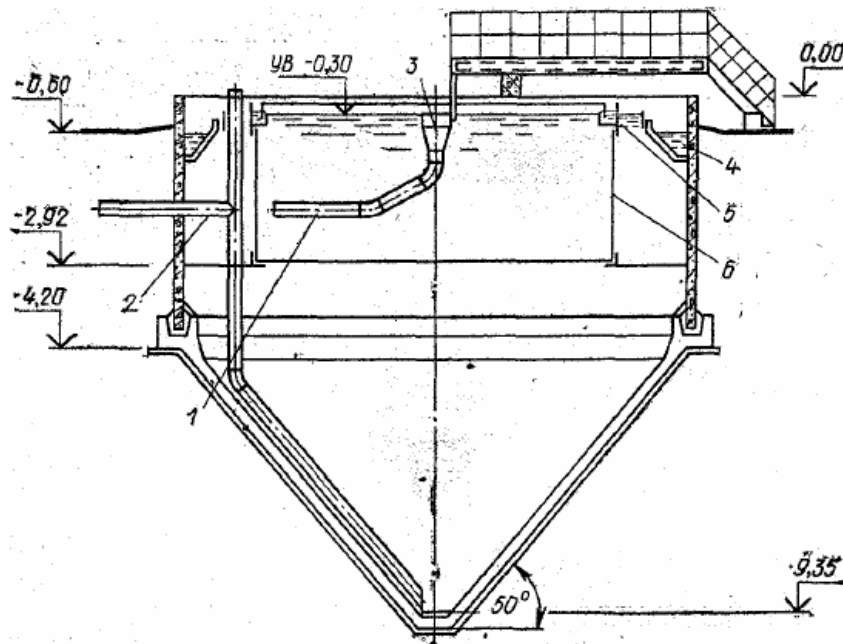


Рисунок 2 – Первинний вертикальний відстійник зі спадаюче-висхідним потоком: 1 – трубопровід для видалення плаваючих речовин; 2 – трубопровід для видалення осаду; 3 – приймальна воронка для відводу речовин, що плавають; 4 – периферійний лоток для збору освітленої води; 5 – зубчастий водозлив; 6 – кільцева напівзаглибна перегородка

Приклад розрахунку параметрів радіального відстійника

Визначити продуктивність, площу осадження і геометричні розміри циліндричного безперервно діючого відстійника для освітлення $G_c = 3$ кг/с суспензії стічної води концентрацією твердої фази $x_c = 4\%$ і згущення її до

$x_{oc} = 20 \%$, якщо швидкість стиснутого осадження частинок $w = 1,5 \cdot 10^{-4}$ м/с, вміст твердої фази в освітленій воді $x_o = 0$, щільність освітленої води $\rho_o = 1080$ кг/м³.

Рішення

Рівняння матеріального балансу для всіх потоків у відстійнику

$$G_c = G_{oc} + G_o,$$

де G_c – масова витрата суспензії стічної води на очищення, кг/с;
 G_{oc} – масова витрата осаду, кг/с;
 G_o – масова витрата освітленої води після відстійника, кг/с.
Рівняння матеріального балансу відстійника для твердої фази

$$G_c \cdot x_c = G_{oc} \cdot x_{oc} + G_o \cdot x_o,$$

де x_c – концентрація твердої фази в суспензії стічної води, %;
 x_{oc} – концентрація твердої фази в осаді, %;
 x_o – залишкова концентрація твердої фази в освітленій воді після відстійника, %
Кількість освітленої води дорівнює різниці

$$G_o = G_c - G_{oc}.$$

Виразимо кількість осаду через кількість суспензії стічної води за умови $x_o = 0$

$$G_{oc} = (G_c \cdot x_c - G_o \cdot x_o) / x_{oc} = G_c \cdot x_c / x_{oc}.$$

Тоді продуктивність відстійника дорівнюватиме

$$G_o = G_c - G_c \cdot x_c / x_{oc} = G_c (1 - x_c / x_{oc}) = 3 (1 - 4/20) = 2,4 \text{ кг/с}.$$

У свою чергу

$$G_o = \rho_o \cdot V_o,$$

де ρ_o – щільність освітленої води, кг/м³;
 V_o – об'ємна витрата освітленої води, м³/с

$$V_o = w \cdot F,$$

де w – швидкість стиснутого осадження частинок, м/с;
 F – площа відстоювання, тобто площа поперечного перерізу відстійника, м².
Звідси розрахуємо площу відстоювання, тобто площу поперечного перерізу відстійника

$$F = V_o / w = (G_o / \rho_o) / w = 2,4 / (1080 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4}) = 14,8 \text{ м}^2.$$

Діаметр відстійника дорівнює

$$D = (4 F / \pi)^{1/2} = (4 \cdot 14,8 / 3,14)^{1/2} = 4,35 \text{ м.}$$

Відповідь: $G_0 = 2,4 \text{ кг/с}$, $F = 14,8 \text{ м}^2$, $D = 4,35 \text{ м}$.

Варіанти завдань

№	G_c , кг/с	x_c , %	x_{oc} , %	x_o , %	$w \cdot 10^4$, м/с	ρ_o , кг/м ³	№	G_c , кг/с	x_c , %	x_{oc} , %	x_o , %	$w \cdot 10^4$, м/с	ρ_o , кг/м ³
1	5	2,0	25	0	1,0	1080	16	5	2,0	22	0	1,4	1110
2	4,5	2,2	24	0	1,1	1080	17	4,5	2,2	21	0	1,5	1110
3	4	2,4	23	0	1,2	1080	18	4	2,4	20	0	1,6	1110
4	3,5	2,6	22	0	1,3	1080	19	3,5	2,6	25	0	1,7	1110
5	3	2,8	21	0	1,4	1080	20	3	2,8	24	0	1,8	1110
6	5	3,0	20	0	1,5	1090	21	5	3,0	23	0	1,9	1120
7	4,5	3,2	25	0	1,6	1090	22	4,5	3,2	22	0	2,0	1120
8	4	3,4	24	0	1,7	1090	23	4	3,4	21	0	1,0	1120
9	3,5	3,6	23	0	1,8	1090	24	3,5	3,6	20	0	1,1	1120
10	3	3,8	22	0	1,9	1090	25	3	3,8	25	0	1,2	1120
11	5	4,0	21	0	2,0	1100	26	5	4,0	24	0	1,3	1130
12	4,5	4,2	20	0	1,0	1100	27	4,5	4,2	23	0	1,4	1130
13	4	4,4	25	0	1,1	1100	28	4	4,4	22	0	1,5	1130
14	3,5	4,6	24	0	1,2	1100	29	3,5	4,6	21	0	1,6	1130
15	3	4,8	23	0	1,3	1100	30	3	4,8	20	0	1,7	1130

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 14

Оцінка рівня викидів шкідливих речовин в атмосферу

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати рівень викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Практичне завдання

Для промислового підприємства, розташованого на рівній місцевості:

- 1) розрахувати величину максимальної концентрації шкідливої речовини у земній поверхні, що прилягає до підприємства, при викиді з труби нагрітої газоповітряної суміші;
- 2) визначити відстань від джерела викиду, на якій досягається величина максимальної приземної концентрації шкідливих речовин (по осі факела);
- 3) визначити фактичну концентрацію шкідливої речовини біля поверхні землі з урахуванням фонового забруднення повітря і дати оцінку розрахованого рівня забруднення повітря в приземному шарі промисловими викидами шляхом порівняння з середньодобовою гранично допустимою концентрацією (ГДК);
- 4) визначити небезпечну швидкість вітру і розрахувати значення приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосфері по осі факела викиду на відстанях 50 м і 500 м від джерела викиду;

5) розрахувати гранично допустимий викид шкідливої речовини.

Таблиця 1 – Варіанти для виконання завдання

Вихідні дані	№ варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Фонові концентрації шкідливої речовини у приземному повітрі C_{ϕ} , мг/м ³	0,02	0,9	0,01	0,01	0,01	1,5	0,01	0,01	0,03	0,6
Маса шкідливої речовини, що викидається у повітря, M , г/с	0,8	7,6	0,4	0,2	0,7	7,5	0,3	0,7	0,9	7,6
Об'єм газоповітряної суміші, що викидається з труби, Q , м ³ /с	2,4	2,7	3,1	3,3	2,9	2,4	2,8	2,9	3,2	2,4
Різниця між температурою суміші, що викидається, та температурою навколишнього повітря ΔT , °С	12	14	16	18	13	15	17	12	16	14
Висота труби H , м	21	23	25	22	24	21	23	24	25	21
Діаметр отвору труби D , м	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0
Шкідливі речовини, що викидаються	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2

Примітка. У таблиці цифрами позначені речовини, що викидаються: 1 – оксид азоту (NO); 2 – оксид вуглецю (CO); 3 – діоксид азоту (NO₂); 4 – діоксид сірки (SO₂).

Вказівки до виконання завдання

1. Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m , мг/м³, при викиді нагрітої газоповітряної суміші з одиночного джерела при несприятливих метеорологічних умовах визначити за формулою

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови вертикального і горизонтального розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (приймаємо 140).

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (для газоподібних шкідливих речовин $F = 1$);

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості (в разі рівній місцевості $\eta = 1$);

m, n – безрозмірні коефіцієнти, що обчислюються відповідно до п. б).

Для визначення C_m необхідно:

а) розрахувати середню лінійну швидкість w_0 , м/с, виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду

$$w_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2};$$

б) значення коефіцієнтів m і n визначити в залежності від параметрів f і v_m :

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T};$$

$$v_m = 0,653 \sqrt[3]{\frac{Q \Delta T}{H}};$$

в) коефіцієнт m визначити в залежності від f за формулою

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}};$$

г) коефіцієнти n і d для п.2 визначити в залежності від величини v_m

при $v_m \geq 2$	$n = 1;$	$d = 7\sqrt{v_m} (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$
при $0,5 \leq v_m < 2$	$n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13;$	$d = 4,95 v_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$
при $v_m < 0,5$	$n = 4,4 v_m;$	$d = 2,48 (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$

2. При несприятливих метеорологічних умовах максимальна приземна концентрація шкідливих речовин досягається на відстані від джерела викиду

$$X_m = (5 - F) \cdot d \cdot H / 4 \text{ м.}$$

Вищенаведені формули для розрахунку C_m і X_m справедливі за небезпечної швидкості вітру:

$$u_m = 0,5 \text{ м/с, якщо } v_m \leq 0,5$$

$$u_m = v_m, \text{ якщо } 0,5 < v_m \leq 2$$

$$u_m = v_m (1 + 0,12 \sqrt{f}) \text{ для нагрітих викидів при } v_m > 2.$$

3. Значення приземних концентрацій шкідливих речовин C_x в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру визначається за формулою $C_x = S_1 \cdot C_m$, де S_1 – безрозмірна величина, яка визначається в залежності від співвідношення X/X_m .

$$\text{При } X / X_m \leq 1 \quad S_1 = 3(X/X_m)^4 - 8(X/X_m)^3 + 6(X/X_m)^2$$

$$\text{При } 1 \leq X/X_m \leq 8 \quad S_1 = 1,13 / (0,13(X/X_m)^2 + 1).$$

Таблиця 2 – Гранично допустима концентрація шкідливої речовини

Назва речовини	Клас безпеки	ГРДК, мг/м ³	
		максимально разова	середньодобова
Азоту оксид NO	3	0,6	0,06
Вуглецю оксид CO	4	5,0	3,0
Азоту діоксид NO ₂	2	0,085	0,04
Сірки діоксид SO ₂	3	0,5	0,05

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 15

Розрахунок показників скидів стічних вод підприємств у водойми

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати показники скидів стічних вод підприємств у водойми.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Технологічний цикл одного з підприємств вимагає споживання значної кількості води. Джерелом є розташована недалеко від підприємства річка. Пройшовши технологічний цикл, вода майже повністю повертається в річку у вигляді стічних вод промислового підприємства. Залежно від профілю підприємства стічні води можуть містити найрізноманітніші шкідливі за санітарно-токсикологічною ознакою хімічні компоненти. Їх концентрація, як правило, у багато разів перевищує концентрацію цих компонентів в річці. На деякій відстані від місця скидання стічних вод вода річки береться для потреб місцевого водокористування самого різного характеру (наприклад, побутового, сільськогосподарського). У задачі необхідно обчислити концентрацію найбільш шкідливого компонента після розведення водою річки стічної води підприємства в місці водокористування і простежити зміну цієї концентрації за фарватером

річки. А також визначити гранично допустимий скид (ГДС) за заданим компонентом у стоці.

Характеристика річки: швидкість течії – V , середня глибина на ділянці – H , відстань до місця водокористування – L , витрата води водотоку в місці водозабору – Q , крок, з яким необхідно простежити зміну концентрації токсичного компонента за фарватером річки – LS . Характеристика стоку: шкідливий компонент, витрата води підприємством (обсяг стічної води) – q , концентрація шкідливого компонента – C , гранично допустима концентрація – ГДК.

Методика розрахунку

Багато факторів: стан річки, берегів і стічних вод впливають на швидкість переміщення водних мас і визначають відстань від місця випуску стічних вод (СВ) до пункту повного змішування. Випуск у водойми стічних вод повинен, як правило, здійснюватися таким чином, щоб була забезпечена можливість повного змішування стічних вод з водою водойми в місці їх спуску (спеціальні випуски, режими, конструкції). Однак доводиться зважати на той факт, що на деякій відстані нижче спуску СВ змішування буде неповним. У зв'язку з цим реальна кратність розведення в загальному випадку визначається за формулою:

$$K = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q},$$

де γ – коефіцієнт, ступінь розведення стічних вод у водоймі.

Умови спуску стічних вод у водойму прийнято оцінювати з урахуванням їх впливу у найближчого пункту водокористування, де слід визначати кратність розведення. Розрахунок ведеться за формулами:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + (Q/q) \cdot \beta}; \quad \beta = \text{EXP}(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}),$$

де α – коефіцієнт, що враховує гідрологічні фактори змішування.
 L – відстань до місця водозабору.

$$\alpha = \varepsilon \cdot (L_{\phi}/L_{np}) \cdot \sqrt[3]{D/q},$$

де ε – коефіцієнт, що залежить від місця стоку води в річку: при випуску біля берега $\varepsilon = 1$, при випуску в стрижень річки (місце найбільших швидкостей) $\varepsilon = 1,5$; L_{ϕ}/L_{np} – коефіцієнт звивистості річки, що дорівнює відношенню відстані за фарватером повної довжини русла (від випуску СВ до місця найближчого водозабору) до відстані між цими двома пунктами по прямій; D – коефіцієнт турбулентної дифузії,

$$D = \frac{V \cdot H \cdot g}{2 \cdot m \cdot c},$$

де V – середня швидкість течії, м/с; H – середня глибина, м; g – прискорення вільного падіння, м/с²; m – коефіцієнт Буссінського, що дорівнює 24; s – коефіцієнт Шезі, який вибирають за таблицями. Однак в даному завданні передбачається, що досліджувані річки є рівнинними, тому справедливо наближення

$$D = \frac{V \cdot H}{200}.$$

Реальна концентрація шкідливого компонента в водоймі в місці найближчого водозабору обчислюється за формулою:

$$C_{\text{в}} = C / K.$$

Ця величина не повинна перевищувати ГДК (гранично допустима концентрація).

Необхідно також визначити, яка кількість забруднюючих речовин може бути скинута підприємством, щоб не перевищувати нормативи. Розрахунки проводяться тільки для консервативних речовин, концентрація яких в воді змінюється тільки шляхом розведення, за санітарно-токсілогічним показником шкідливості. Розрахунок ведеться за формулою:

$$C_{\text{ст.гран.}} = K \cdot \text{ПДК},$$

де $C_{\text{ст.гран.}}$ – максимальна (гранична) концентрація, яка може бути допущена в СВ або той рівень очищення СВ, при якому після їх змішування з водою у першого (розрахункового) пункту водокористування ступінь забруднення не перевищує ГДК.

Гранично допустимий скид розраховується за формулою:

$$\text{ГДС} = C_{\text{ст.гран.}} \cdot q / C.$$

Далі необхідно побудувати графік функції розподілу концентрації шкідливого компонента в залежності від відстані до місця скидання СВ по руслу річки з кроком LS , зазначеним у варіанті: $F = C(L)$.

У результаті обчислень повинні бути отримані наступні характеристики СВ

- кратність розведення K ;
- концентрація в місці водозабору – $C_{\text{в}}$, мг/л;
- висока концентрація у стоці – $C_{\text{ст.гран.}}$, мг/л;
- гранично допустимий стік – ГДС, мг/с;
- графік функції $F = C(L)$.

Таблиця 1 – Варіанти для виконання завдання

Параметр	№ варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Шкідливий компонент	гас	Cu	Cr	фенол	Pb	Zn	Cl	NaOH	Hg	H ₂ PO ₃
ГДК, мг/л	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
Q, м ³ /с	20	30	40	50	60	70	80	10	50	30
q, м ³ /с	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1,1	0,4	1	0,8
V, м/с	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
H, м	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	2	0,5	2	1,5
L, м	500	1000	1500	2000	1000	3000	1500	500	1000	1500
LS, м	LS = L/S									
C, мг/л	1,5	0,1	0,06	2,0	0,04	0,18	5,5	1,5	0,06	6,0
Для всіх варіантів	$\varepsilon = 1; L_{\phi}/L_{np} = 1$									

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
КАФЕДРА ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення виїзного практичного заняття з навчальної дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття № 9 – Виїзне заняття на підприємстві важкої промисловості

Навчальна мета:

- 1) Ознайомлення з роботою екологічної служби на підприємстві.
- 2) Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальні групи: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 6 годин.

Місце проведення: підприємство важкої промисловості.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення заняття, відомості інструктажу, фотоапарат, зошити.

Обговорено на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» _____ 2016 р. Протокол №1

План заняття

1.	Вибуття на підприємство	45 хв.
2.	Основна частина	150 хв.
2.1.	Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства	40 хв.
2.2.	Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля	110 хв.
3.	Вибуття до університету	45 хв.

Організаційні вказівки

Вказати командирю (старості) групи на необхідність мати на занятті конспекти та списки інструктажу з заходів безпеки.

Загальні методичні вказівки:

У вступі:

1. Перевірити готовність студентів, курсантів до заняття, оголосити тему заняття, його мету, перевірити наявність списків із заходів безпеки.

В основній частині:

1. Вказати на важливість заняття.
2. Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства.
3. Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

У заключній частині:

1. Підвести підсумки заняття, зробити висновки, відповісти на питання аудиторії, подякувати адміністрації підприємства за проведене заняття.
2. Надати команду щодо організованого убуття до університету.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
канд. техн. наук, доцент

М.В. Сарапіна

ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 10

Визначення забезпечення очисною спорудою необхідного ступеня очищення
газових викидів

Навчальна мета:

Навчитися визначати забезпечення очисною спорудою необхідного ступеня
очищення газових викидів.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу
«Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих
спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС
України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення
практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми,
література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Приклад практичного завдання

Визначити, чи забезпечує очисна споруда (абсорбер) необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин водою за умов: витрата газових викидів – 19 м³/год., витрата води на очищення – 5 м³/год., концентрація зважених речовин у газовому потоці до очищення становить 43 мг/м³, у стічній воді після очисної споруди 160 мг/м³. ГДК зважених речовин в очищеному газі – 5 мг/м³.

Рішення:

1) Масова витрата зважених речовин у газовому потоці перед очисною спорудою:

$$M_{\Gamma} = Q_{\Gamma} \cdot C_{\Gamma} = 19 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot 43 \text{ мг}/\text{м}^3 = 817 \text{ мг}/\text{год.}$$

2) Масова витрата зважених речовин у стічній воді після очисної споруди:

$$M_B = Q_B \cdot C_B = 5 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot 160 \text{ мг/м}^3 = 800 \text{ мг/год.}$$

3) Масова витрата зважених речовин у газовому потоці після очисної споруди:

$$M = M_G - M_B = 817 - 800 = 17 \text{ мг/год.}$$

4) Концентрація зважених речовин у газовому потоці після очисної споруди:

$$C = M / Q_G = 17 \text{ мг/год.} / 19 \text{ м}^3/\text{год.} = 0,9 \text{ мг/м}^3.$$

5) Порівняємо C з ГДК: $0,9 \text{ мг/м}^3 < 5 \text{ мг/м}^3$, отже очисна споруда забезпечує необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин.

Відповідь: очисна споруда забезпечує необхідну ступінь очищення газових викидів від зважених речовин.

Варіанти завдань

№	Q_G , м ³ /год.	Q_B , м ³ /год.	C_G , мг/дм ³	C_B , мг/дм ³	ГДК _{зр}	№	Q_G , м ³ /год.	Q_B , м ³ /год.	C_G , мг/дм ³	C_B , мг/дм ³	ГДК _{зр}
1	20	4	40	160	5	16	50	19	55	125	5
2	22	5	40	160	5	17	52	20	55	125	5
3	24	6	40	155	5	18	54	21	55	135	5
4	26	7	40	145	5	19	56	22	55	135	5
5	28	8	40	135	5	20	58	23	55	125	5
6	30	9	45	135	5	21	60	24	60	115	5
7	32	10	45	135	5	22	62	25	60	135	5
8	34	11	45	135	5	23	64	26	60	135	5
9	36	12	45	100	5	24	66	27	60	135	5
10	38	13	45	120	5	25	68	28	60	130	5
11	40	14	50	120	5	26	70	29	65	130	5
12	42	15	50	120	5	27	72	30	65	135	5
13	44	16	50	120	5	28	74	31	65	140	5
14	46	17	50	125	5	29	76	32	65	145	5
15	48	18	50	125	5	30	78	33	65	140	5

де Q_G , – об'ємна витрата газових викидів, м³/год.;

Q_B – об'ємна витрата води на очищення, м³/год.

C_G , C_B – відповідно концентрація зважених речовин у газовому потоці до очищення та у стічній воді після очисної споруди, мг/дм³;

ГДК_{зр} – гранично допустима концентрація зважених речовин в очищеному газі, мг/м³.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

для проведення виїзного практичного заняття з навчальної дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття № 11 – Виїзне заняття на підприємстві легкої промисловості

Навчальна мета:

- 1) Ознайомлення з роботою екологічної служби на підприємстві.
- 2) Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальні групи: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 6 годин.

Місце проведення: підприємство важкої промисловості.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення заняття, відомості інструктажу, фотоапарат, зошити.

Обговорено на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» _____ 2016 р. Протокол №1

План заняття

1.	Вибуття на підприємство	45 хв.
2.	Основна частина	150 хв.
2.1.	Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства	40 хв.
2.2.	Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля	110 хв.
3.	Вибуття до університету	45 хв.

Організаційні вказівки

Вказати командирю (старості) групи на необхідність мати на занятті конспекти та списки інструктажу з заходів безпеки.

Загальні методичні вказівки:

У вступі:

1. Перевірити готовність студентів, курсантів до заняття, оголосити тему заняття, його мету, перевірити наявність списків із заходів безпеки.

В основній частині:

1. Вказати на важливість заняття.
2. Ознайомлення з особливостями роботи екологічної служби підприємства.
3. Ознайомлення з основними джерелами забруднення навколишнього середовища на підприємстві, технологіями захисту довкілля.

У заключній частині:

1. Підвести підсумки заняття, зробити висновки, відповісти на питання аудиторії, подякувати адміністрації підприємства за проведене заняття.
2. Надати команду щодо організованого убуття до університету.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
канд. техн. наук, доцент

М.В. Сарапіна

ДОВІДКОВИЙ МАТЕРІАЛ



МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 12

Визначення ступеня розбавлення стічної води для подачі на біологічні очисні споруди

Навчальна мета:

Навчитися визначати ступінь розбавлення стічної води для подачі на біологічні очисні споруди.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Приклад практичного завдання

Визначити, скільки технічної води необхідно додати до стічної води, яка утворилася при очищенні газового потоку від домішок за умов: витрата газового потоку на очищення – 14 м³/год., концентрація домішок на вході в абсорбер – 20 мг/дм³, на виході – 3 мг/дм³, витрата води на промивку газів – 5 м³/год., стічна вода виводиться у біологічні споруди (БОС), допустима концентрація домішок у стічних водах для подачі в БОС– 4,5 мг/дм³.

Рішення:

1) Масова витрата зважених речовин у стічній воді після очисної споруди:

$$M = Q_{\Gamma} \cdot (C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}) = 14 \text{ м}^3/\text{год.} \cdot (20 \text{ мг/дм}^3 - 3 \text{ мг/дм}^3) = \\ = 14 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{год.} \cdot 17 \text{ мг/дм}^3 = 238 \cdot 10^3 \text{ мг/год.}$$

2) Об'ємна витрата води, необхідна для розчинення зважених речовин, з метою забезпечення допустимої концентрації домішок у стічних водах:

$$Q_{\text{необх}} = M / \text{ДК}_{\text{БОС}} = 238 \cdot 10^3 \text{ мг/год.} / 4,5 \text{ мг/дм}^3 = 52,9 \cdot 10^3 \text{ дм}^3/\text{год.} \approx 53 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3) Об'ємна витрата води, яку необхідно додати до стічної води:

$$Q_{\text{додати}} = Q_{\text{необх}} - Q_{\text{в}} = 53 \text{ м}^3/\text{год.} - 5 \text{ м}^3/\text{год.} = 48 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Висновок. Отже, до стічної води щогодини необхідно додавати 48 м³ технічної води з метою забезпечення допустимої концентрації домішок у воді для подачі в БОС.

Варіанти завдань

№	Q _г , м ³ /год.	Q _в , м ³ /год.	C _{вх} , мг/дм ³	C _{вих} , мг/дм ³	ДК _{БОС} , мг/дм ³	№	Q _г , м ³ /год.	Q _в , м ³ /год.	C _{вх} , мг/дм ³	C _{вих} , мг/дм ³	ДК _{БОС} , мг/дм ³
1	10	20	20	8	4,5	16	13	50	28	5	4,5
2	11	20	19	8	4,5	17	14	50	27	5	4,5
3	12	20	18	8	4,5	18	15	50	26	5	4,5
4	13	20	17	8	4,5	19	10	50	30	5	4,5
5	14	20	16	8	4,5	20	11	50	29	5	4,5
6	15	20	15	7	4,5	21	12	60	28	4	4,5
7	10	30	30	7	4,5	22	13	60	27	4	4,5
8	11	30	29	7	4,5	23	14	60	26	4	4,5
9	12	30	28	7	4,5	24	15	60	25	4	4,5
10	13	30	27	7	4,5	25	10	60	35	4	4,5
11	14	40	26	6	4,5	26	11	70	34	3	4,5
12	15	40	25	6	4,5	27	12	70	33	3	4,5
13	10	40	24	6	4,5	28	13	70	32	3	4,5
14	11	40	30	6	4,5	29	14	70	31	3	4,5
15	12	40	29	6	4,5	30	15	70	30	3	4,5

де Q_г – об'ємна витрата газового потоку, м³/год.;

Q_в – об'ємна витрата води на промивку газів, м³/год.

C_{вх}, C_{вих} – відповідно концентрація домішок на вході і виході з абсорберу, мг/дм³;

ДК_{БОС} – допустима концентрація домішок у стічних водах для подачі в БОС, мг/м³.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 13

Розрахунок параметрів відстійника

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати параметри відстійника.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекологія» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«___» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	35 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	35 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.]; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Відстійники – резервуари або басейни для виділення з рідини зважених домішок осадженням їх під дією сили тяжіння при зниженій швидкості потоку.



Відстійники розрізняють:

- за характером роботи – безперервної або періодичної дії;
- за способом видалення наносів – з гідравлічним промиванням, з механічним очищенням і комбіновані;
- по числу камер – однокамерні і багатоканерні,
- залежно від напрямку основного потоку води в них – горизонтальні, вертикальні і радіальні.

Видалення осаду з **горизонтальних відстійників** зазвичай здійснюється за допомогою перфорованих коробів або труб, що укладаються по дну відстійника.

Вертикальні відстійники служать для осадження коагульованої суспензії на очисних станціях продуктивністю до 3 тис. м³/добу.

Радіальні відстійники зазвичай застосовують на великих водоочисних станціях для попереднього освітлення дуже каламутних вод (каламутність більше 2 г/л), а також для очищення води в системах оборотного промислового водопостачання; вони обладнуються скребковими механізмами для безперервного видалення осаду.

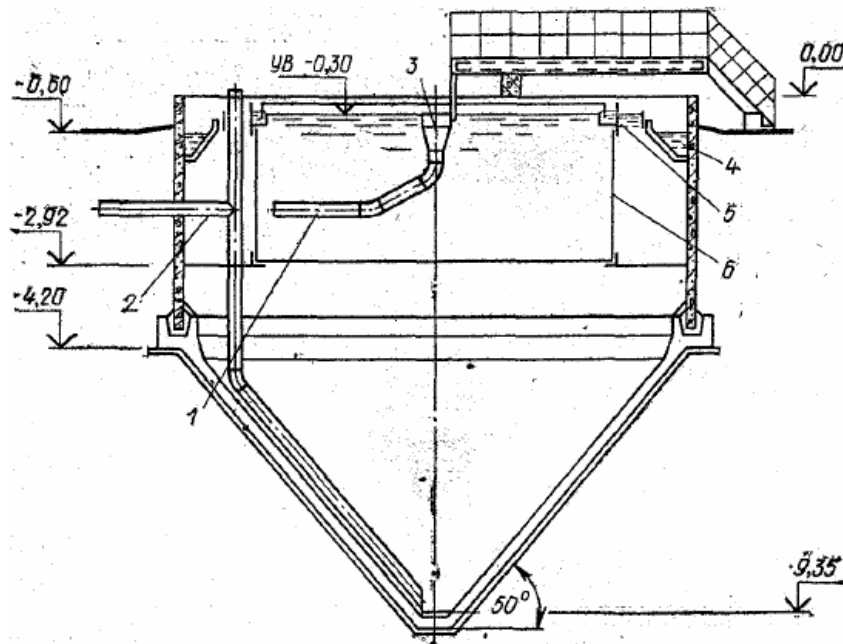


Рисунок 2 – Первинний вертикальний відстійник зі спадаюче-висхідним потоком: 1 – трубопровід для видалення плаваючих речовин; 2 – трубопровід для видалення осаду; 3 – приймальна воронка для відводу речовин, що плавають; 4 – периферійний лоток для збору освітленої води; 5 – зубчастий водозлив; 6 – кільцева напівзаглибна перегородка

Приклад розрахунку параметрів радіального відстійника

Визначити продуктивність, площу осадження і геометричні розміри циліндричного безперервно діючого відстійника для освітлення $G_c = 3$ кг/с суспензії стічної води концентрацією твердої фази $x_c = 4\%$ і згущення її до

$x_{oc} = 20 \%$, якщо швидкість стиснутого осадження частинок $w = 1,5 \cdot 10^{-4}$ м/с, вміст твердої фази в освітленій воді $x_o = 0$, щільність освітленої води $\rho_o = 1080$ кг/м³.

Рішення

Рівняння матеріального балансу для всіх потоків у відстійнику

$$G_c = G_{oc} + G_o,$$

де G_c – масова витрата суспензії стічної води на очищення, кг/с;
 G_{oc} – масова витрата осаду, кг/с;
 G_o – масова витрата освітленої води після відстійника, кг/с.
Рівняння матеріального балансу відстійника для твердої фази

$$G_c \cdot x_c = G_{oc} \cdot x_{oc} + G_o \cdot x_o,$$

де x_c – концентрація твердої фази в суспензії стічної води, %;
 x_{oc} – концентрація твердої фази в осаді, %;
 x_o – залишкова концентрація твердої фази в освітленій воді після відстійника, %

Кількість освітленої води дорівнює різниці

$$G_o = G_c - G_{oc}.$$

Виразимо кількість осаду через кількість суспензії стічної води за умови $x_o = 0$

$$G_{oc} = (G_c \cdot x_c - G_o \cdot x_o) / x_{oc} = G_c \cdot x_c / x_{oc}.$$

Тоді продуктивність відстійника дорівнюватиме

$$G_o = G_c - G_c \cdot x_c / x_{oc} = G_c (1 - x_c / x_{oc}) = 3 (1 - 4/20) = 2,4 \text{ кг/с}.$$

У свою чергу

$$G_o = \rho_o \cdot V_o,$$

де ρ_o – щільність освітленої води, кг/м³;
 V_o – об'ємна витрата освітленої води, м³/с

$$V_o = w \cdot F,$$

де w – швидкість стиснутого осадження частинок, м/с;
 F – площа відстоювання, тобто площа поперечного перерізу відстійника, м².
Звідси розрахуємо площу відстоювання, тобто площу поперечного перерізу відстійника

$$F = V_o / w = (G_o / \rho_o) / w = 2,4 / (1080 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4}) = 14,8 \text{ м}^2.$$

Діаметр відстійника дорівнює

$$D = (4 F / \pi)^{1/2} = (4 \cdot 14,8 / 3,14)^{1/2} = 4,35 \text{ м.}$$

Відповідь: $G_0 = 2,4 \text{ кг/с}$, $F = 14,8 \text{ м}^2$, $D = 4,35 \text{ м}$.

Варіанти завдань

№	G_c , кг/с	x_c , %	x_{oc} , %	x_o , %	$w \cdot 10^4$, м/с	ρ_o , кг/м ³	№	G_c , кг/с	x_c , %	x_{oc} , %	x_o , %	$w \cdot 10^4$, м/с	ρ_o , кг/м ³
1	5	2,0	25	0	1,0	1080	16	5	2,0	22	0	1,4	1110
2	4,5	2,2	24	0	1,1	1080	17	4,5	2,2	21	0	1,5	1110
3	4	2,4	23	0	1,2	1080	18	4	2,4	20	0	1,6	1110
4	3,5	2,6	22	0	1,3	1080	19	3,5	2,6	25	0	1,7	1110
5	3	2,8	21	0	1,4	1080	20	3	2,8	24	0	1,8	1110
6	5	3,0	20	0	1,5	1090	21	5	3,0	23	0	1,9	1120
7	4,5	3,2	25	0	1,6	1090	22	4,5	3,2	22	0	2,0	1120
8	4	3,4	24	0	1,7	1090	23	4	3,4	21	0	1,0	1120
9	3,5	3,6	23	0	1,8	1090	24	3,5	3,6	20	0	1,1	1120
10	3	3,8	22	0	1,9	1090	25	3	3,8	25	0	1,2	1120
11	5	4,0	21	0	2,0	1100	26	5	4,0	24	0	1,3	1130
12	4,5	4,2	20	0	1,0	1100	27	4,5	4,2	23	0	1,4	1130
13	4	4,4	25	0	1,1	1100	28	4	4,4	22	0	1,5	1130
14	3,5	4,6	24	0	1,2	1100	29	3,5	4,6	21	0	1,6	1130
15	3	4,8	23	0	1,3	1100	30	3	4,8	20	0	1,7	1130

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 14

Оцінка рівня викидів шкідливих речовин в атмосферу

Навчальна мета:

Навчитися оцінювати рівень викидів шкідливих речовин в атмосферу.

.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ
к.т.н. доцент М.В. Сарапіна

Практичне завдання

Для промислового підприємства, розташованого на рівній місцевості:

- 1) розрахувати величину максимальної концентрації шкідливої речовини у земної поверхні, що прилягає до підприємства, при викиді з труби нагрітої газоповітряної суміші;
- 2) визначити відстань від джерела викиду, на якій досягається величина максимальної приземної концентрації шкідливих речовин (по осі факела);
- 3) визначити фактичну концентрацію шкідливої речовини біля поверхні землі з урахуванням фонового забруднення повітря і дати оцінку розрахованого рівня забруднення повітря в приземному шарі промисловими викидами шляхом порівняння з середньодобовою гранично допустимою концентрацією (ГДК);
- 4) визначити небезпечну швидкість вітру і розрахувати значення приземних концентрацій шкідливих речовин в атмосфері по осі факела викиду на відстанях 50 м і 500 м від джерела викиду;

5) розрахувати гранично допустимий викид шкідливої речовини.

Таблиця 1 – Варіанти для виконання завдання

Вихідні дані	№ варіанту										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Фонові концентрації шкідливої речовини у приземному повітрі C_{ϕ} , мг/м ³	0,02	0,9	0,01	0,01	0,01	1,5	0,01	0,01	0,03	0,6	
Маса шкідливої речовини, що викидається у повітря, M , г/с	0,8	7,6	0,4	0,2	0,7	7,5	0,3	0,7	0,9	7,6	
Об'єм газоповітряної суміші, що викидається з труби, Q , м ³ /с	2,4	2,7	3,1	3,3	2,9	2,4	2,8	2,9	3,2	2,4	
Різниця між температурою суміші, що викидається, та температурою навколишнього повітря ΔT , °С	12	14	16	18	13	15	17	12	16	14	
Висота труби H , м	21	23	25	22	24	21	23	24	25	21	
Діаметр отвору труби D , м	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	
Шкідливі речовини, що викидаються	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	

Примітка. У таблиці цифрами позначені речовини, що викидаються: 1 – оксид азоту (NO); 2 – оксид вуглецю (CO); 3 – діоксид азоту (NO₂); 4 – діоксид сірки (SO₂).

Вказівки до виконання завдання

1. Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m , мг/м³, при викиді нагрітої газоповітряної суміші з одиночного джерела при несприятливих метеорологічних умовах визначити за формулою

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{Q \cdot \Delta T}}$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови вертикального і горизонтального розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (приймаємо 140).

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (для газоподібних шкідливих речовин $F = 1$);

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості (в разі рівній місцевості $\eta = 1$);

m, n – безрозмірні коефіцієнти, що обчислюються відповідно до п. б).

Для визначення C_m необхідно:

а) розрахувати середню лінійну швидкість w_0 , м/с, виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду

$$w_0 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2};$$

б) значення коефіцієнтів m і n визначити в залежності від параметрів f і v_m :

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T};$$

$$v_M = 0,653 \sqrt[3]{\frac{Q \Delta T}{H}};$$

в) коефіцієнт m визначити в залежності від f за формулою

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}};$$

г) коефіцієнти n і d для п.2 визначити в залежності від величини v_M

при $v_M \geq 2$	$n = 1;$	$d = 7\sqrt{v_M} (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$
при $0,5 \leq v_M < 2$	$n = 0,532 v_M^2 - 2,13 v_M + 3,13;$	$d = 4,95 v_M (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$
при $v_M < 0,5$	$n = 4,4 v_M;$	$d = 2,48 (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$

2. При несприятливих метеорологічних умовах максимальна приземна концентрація шкідливих речовин досягається на відстані від джерела викиду

$$X_M = (5 - F) \cdot d \cdot H / 4 \text{ м.}$$

Вищенаведені формули для розрахунку C_M і X_M справедливі за небезпечної швидкості вітру:

$$u_M = 0,5 \text{ м/с, якщо } v_M \leq 0,5$$

$$u_M = v_M, \text{ якщо } 0,5 < v_M \leq 2$$

$$u_M = v_M (1 + 0,12 \sqrt{f}) \text{ для нагрітих викидів при } v_M > 2.$$

3. Значення приземних концентрацій шкідливих речовин C_X в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру визначається за формулою $C_X = S_1 \cdot C_M$, де S_1 – безрозмірна величина, яка визначається в залежності від співвідношення X/X_M .

$$\text{При } X / X_M \leq 1 \quad S_1 = 3(X/X_M)^4 - 8(X/X_M)^3 + 6(X/X_M)^2$$

$$\text{При } 1 \leq X/X_M \leq 8 \quad S_1 = 1,13 / (0,13(X/X_M)^2 + 1).$$

Таблиця 2 – Гранично допустима концентрація шкідливої речовини

Назва речовини	Клас безпеки	ГРДК, мг/м ³	
		максимально разова	середньодобова
Азоту оксид NO	3	0,6	0,06
Вуглецю оксид CO	4	5,0	3,0
Азоту діоксид NO ₂	2	0,085	0,04
Сірки діоксид SO ₂	3	0,5	0,05

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення практичного заняття з дисципліни
«Техноекологія»

Практичне заняття 15

Розрахунок показників скидів стічних вод підприємств у водойми

Навчальна мета:

Навчитися розраховувати показники скидів стічних вод підприємств у водойми.

Виховна мета:

Дати розуміння необхідності оволодіння практичною складовою курсу «Техноекології» для подальшої успішної роботи в якості висококваліфікованих спеціалістів в галузі техногенно-екологічної безпеки в тому числі в органах ДСНС України.

Навчальна група: 3 курс «Екологія».

Тривалість: 4 години.

Місце проведення: відповідно до розкладу занять.

Матеріальне забезпечення: методична розробка щодо проведення практичного заняття, завдання на практичне заняття, калькулятори, схеми, література, мультимедійний проектор (за необхідності).

Обговорена на засіданні кафедри ОП та ТЕБ
«__» серпня 2016 р. Протокол № 1

ПЛАН

1. Вступна частина	5 хв.
2. Пояснення щодо практичного завдання. Розгляд прикладу розрахунку.....	75 хв.
3. Практична робота студентів над самостійним розрахунком згідно індивідуального варіанту	75 хв.
4. Заключна частина	5 хв.

Організаційно-методичні вказівки:

1. Напередодні заняття:
 - видати у групу питання до практичного заняття;
 - указати старості (командирові) групи на необхідність наявності на занятті конспектів, зошитів для запису, необхідної літератури.
 2. Загальні методичні вказівки:
 - на початку заняття перевірити готовність слухачів до заняття, оголосити тему, цілі заняття, навчальні питання та порядок їх відпрацювання;
 - закріпити теоретичні знання щодо питань практичного заняття, надати пояснення щодо вирішення задач;
 - організувати практичну роботу слухачів над самостійним вирішенням задач;
 - під час обговорення питань заняття активізувати увагу і мислення курсантів і студентів шляхом організації дискусій з окремих положень обговорюваних питань, особливу увагу звернути на самостійність суджень, формулювань;
 - стежити за культурою мови слухачів, коректністю формулювань, виховувати навички ведення наукової дискусії, відстоювання своєї думки.
 3. На закінчення підвести підсумки заняття, зробити висновки щодо ступеня досягнення цілей заняття, відповісти за необхідності на питання, оголосити оцінки, надати завдання на самопідготовку (самостійну роботу).
- Під час проведення заняття особисто дотримуватися вимог Пам'ятки викладачу з підтримки статутного порядку і дисципліни на заняттях та вимагати від слухачів виконання цих вимог.

Навчальна література:

1. Техноекологія : підручник / М.С. Мальований [та ін.]; за ред. М.С. Мальованого; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка» [та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2014. – 615 с.
2. Техноекология: учеб. пособие [для студентов специальности 8.070801 / С.А. Лобов и др.]; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т». – Х. : ХАИ, 2012. – 159 с.
3. Техноекологія: навч. посіб. / Бондар. О.І. [та ін.; за ред. Боголюбова В.М.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 312 с.

4. Техноекологія: корот. тлумач. слов.-довід. / [Душанова Т.В., Гаращук І.В., Любінська Л.Г.] ; Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. І. Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Буйницький, 2011. – 223 с.
5. Урбоекологія і техноекологія : [підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл.] / Г.М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. авіац. ун-т. – К. : НАУ-друк, 2011. – 494 с.
6. Техноекологія: навч. посіб. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. – К.: Академія, 2011. – 254 с.
7. Проблемы экологии и техногенно-экологической безопасности : посвящ. 100-летию со дня рождения И.Л. Повха / [А.Б. Ступин и др.; под общ. ред. Ступина А.Б.]. – Донецк : ДонНУ, 2010. – 503 с.
8. Техноекологія: Навчальний посібник / Клименко Л.П. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
9. Техноекологія: Навчальний посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
10. Техноекологія: Навчальний посібник / Бондар О.І., Боголюбов В.М., Мальований М.С. та ін. – Херсон : ПП Олді-плюс, 2011 – 314 с.
11. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник / Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. – Львів: Новий світ. 2004. – 254 с.
12. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
13. Промислова екологія: Навчальний посібник / Апостолюк С.О., Джигирей В.С., Апостолюк А.С. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
14. Техноекологія: Підручник / А.П. Войцицький, В.Л. Дубровський, В.М. Боголюбов / За ред. В.М. Боголюбова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

Доцент кафедри ОП та ТЕБ

к.т.н. доцент

М.В. Сарапіна

Теоретичні відомості

Технологічний цикл одного з підприємств вимагає споживання значної кількості води. Джерелом є розташована недалеко від підприємства річка. Пройшовши технологічний цикл, вода майже повністю повертається в річку у вигляді стічних вод промислового підприємства. Залежно від профілю підприємства стічні води можуть містити найрізноманітніші шкідливі за санітарно-токсикологічною ознакою хімічні компоненти. Їх концентрація, як правило, у багато разів перевищує концентрацію цих компонентів в річці. На деякій відстані від місця скидання стічних вод вода річки береться для потреб місцевого водокористування самого різного характеру (наприклад, побутового, сільськогосподарського). У задачі необхідно обчислити концентрацію найбільш шкідливого компонента після розведення водою річки стічної води підприємства в місці водокористування і простежити зміну цієї концентрації за фарватером

річки. А також визначити гранично допустимий скид (ГДС) за заданим компонентом у стоці.

Характеристика річки: швидкість течії – V , середня глибина на ділянці – H , відстань до місця водокористування – L , витрата води водотоку в місці водозабору – Q , крок, з яким необхідно простежити зміну концентрації токсичного компонента за фарватером річки – LS . Характеристика стоку: шкідливий компонент, витрата води підприємством (обсяг стічної води) – q , концентрація шкідливого компонента – C , гранично допустима концентрація – ГДК.

Методика розрахунку

Багато факторів: стан річки, берегів і стічних вод впливають на швидкість переміщення водних мас і визначають відстань від місця випуску стічних вод (СВ) до пункту повного змішування. Випуск у водойми стічних вод повинен, як правило, здійснюватися таким чином, щоб була забезпечена можливість повного змішування стічних вод з водою водойми в місці їх спуску (спеціальні випуски, режими, конструкції). Однак доводиться зважати на той факт, що на деякій відстані нижче спуску СВ змішування буде неповним. У зв'язку з цим реальна кратність розведення в загальному випадку визначається за формулою:

$$K = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q},$$

де γ – коефіцієнт, ступінь розведення стічних вод у водоймі.

Умови спуску стічних вод у водойму прийнято оцінювати з урахуванням їх впливу у найближчого пункту водокористування, де слід визначати кратність розведення. Розрахунок ведеться за формулами:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + (Q/q) \cdot \beta}; \quad \beta = \text{EXP}(-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}),$$

де α – коефіцієнт, що враховує гідрологічні фактори змішування.
 L – відстань до місця водозабору.

$$\alpha = \varepsilon \cdot (L_{\phi}/L_{np}) \cdot \sqrt[3]{D/q},$$

де ε – коефіцієнт, що залежить від місця стоку води в річку: при випуску біля берега $\varepsilon = 1$, при випуску в стрижень річки (місце найбільших швидкостей) $\varepsilon = 1,5$; L_{ϕ}/L_{np} – коефіцієнт звивистості річки, що дорівнює відношенню відстані за фарватером повної довжини русла (від випуску СВ до місця найближчого водозабору) до відстані між цими двома пунктами по прямій; D – коефіцієнт турбулентної дифузії,

$$D = \frac{V \cdot H \cdot g}{2 \cdot m \cdot c},$$

де V – середня швидкість течії, м/с; H – середня глибина, м; g – прискорення вільного падіння, м/с²; m – коефіцієнт Буссінського, що дорівнює 24; c – коефіцієнт Шезі, який вибирають за таблицями. Однак в даному завданні передбачається, що досліджувані річки є рівнинними, тому справедливо наближення

$$D = \frac{V \cdot H}{200}.$$

Реальна концентрація шкідливого компонента в водоймі в місці найближчого водозабору обчислюється за формулою:

$$C_{\text{в}} = C / K.$$

Ця величина не повинна перевищувати ГДК (гранично допустима концентрація).

Необхідно також визначити, яка кількість забруднюючих речовин може бути скинута підприємством, щоб не перевищувати нормативи. Розрахунки проводяться тільки для консервативних речовин, концентрація яких в воді змінюється тільки шляхом розведення, за санітарно-токсілогічним показником шкідливості. Розрахунок ведеться за формулою:

$$C_{\text{ст.гран.}} = K \cdot \text{ПДК},$$

де $C_{\text{ст.гран.}}$ – максимальна (гранична) концентрація, яка може бути допущена в СВ або той рівень очищення СВ, при якому після їх змішування з водою у першого (розрахункового) пункту водокористування ступінь забруднення не перевищує ГДК.

Гранично допустимий скид розраховується за формулою:

$$\text{ГДС} = C_{\text{ст.гран.}} \cdot q / C.$$

Далі необхідно побудувати графік функції розподілу концентрації шкідливого компонента в залежності від відстані до місця скидання СВ по руслу річки з кроком LS , зазначеним у варіанті: $F = C(L)$.

У результаті обчислень повинні бути отримані наступні характеристики СВ

- кратність розведення K ;
- концентрація в місці водозабору – $C_{\text{в}}$, мг/л;
- висока концентрація у стоці – $C_{\text{ст.гран.}}$, мг/л;
- гранично допустимий стік – ГДС, мг/с;
- графік функції $F = C(L)$.

Таблиця 1 – Варіанти для виконання завдання

Параметр	№ варіанту									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Шкідливий компонент	гас	Cu	Cr	фенол	Pb	Zn	Cl	NaOH	Hg	H ₂ PO ₃
ГДК, мг/л	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
Q, м ³ /с	20	30	40	50	60	70	80	10	50	30
q, м ³ /с	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1,1	0,4	1	0,8
V, м/с	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
H, м	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	2	0,5	2	1,5
L, м	500	1000	1500	2000	1000	3000	1500	500	1000	1500
LS, м	LS = L/S									
C, мг/л	1,5	0,1	0,06	2,0	0,04	0,18	5,5	1,5	0,06	6,0
Для всіх варіантів	$\varepsilon = 1; L_{\phi}/L_{np} = 1$									