

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ КУРСОВОЇ  
РОБОТИ**

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

освітньо-професійна програма	<u>Екологія</u>
спеціальність	<u>101 Екологія</u>
галузь знань	<u>10 Природничі науки</u>
освітній ступінь	<u>Бакалавр</u>
Навчально-науковий інститут	<u>Агротехнологій, селекції та екології</u>

Полтава 2025

Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Екологія спеціальності 101 Екологія.

Розробник: **Самойлік М.С.**, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, доктор економічних наук, професор.

«1» вересня 2025 року

  
Марина САМОЙЛІК

Погоджено гарантом освітньої програми «Екологія»

«1» вересня 2025 року

  
Анна ТАРАНЕНКО

Схвалено радою з якості вищої освіти спеціальності «Екологія»

протокол від «1» вересня 2025 року № 1

  
Марина ГАЛИЦЬКА

© ПДАУ, 2025 рік

## ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
2. ТЕМАТИКА.	5
3. ОПИС ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ТЕМИ	6
4. ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ	7
5. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ	9
6. ОПИС ПРОЦЕДУРИ ЗАХИСТУ. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	17
7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	20
ДОДАТКИ	22

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

*Методичні рекомендації до курсової роботи з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» відповідають ОП Екологія підготовки здобувачів вищої освіти першого бакалаврського рівня для спеціальності 101 Екологія.*

*Мета виконання роботи – закріплення та поглиблення комплексу знань здобувачів вищої освіти з курсу «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» і формування у майбутнього фахівця еколога цілісної уяви відповідних знань та умінь щодо екологічного нормування та регулювання забруднення навколишнього середовища.*

В процесі виконання курсової роботи здобувач вищої освіти повинен:

- сформулювати поставлену наукову задачу;
- вибрати доступний і раціональний метод для вирішення поставленої задачі;
- провести відповідні дослідження, а при необхідності – експеримент;
- здійснити розрахунково-обчислювальні операції;
- сформулювати висновки.

Виконання курсової роботи є самостійним дослідженням здобувача вищої освіти, та виконується під керівництвом викладача, який надає допомогу у складанні плану та підборі літератури, консультує з важливих проблемних питань.

## 2. ТЕМАТИКА

***Орієнтовний перелік тем курсових робіт в узагальненому вигляді, що рекомендуються кафедрою:***

*Тематика курсових робіт повинна бути безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності фахівця за спеціальністю 101 «Екологія».*

*Тематика курсової роботи може носити:*

*1. Теоретичний характер. Завдання видає викладач. Дана курсова робота складається:*

*Розділ 1 – Нормування в сфері охорони атмосферного повітря (додаток А даних Методичних рекомендацій).*

*Розділ 2 - Нормування в сфері охорони водного середовища (додаток Б даних Методичних рекомендацій).*

*Розділ 3 - Нормування системи управління відходами на підприємстві (додаток В даних Методичних рекомендацій).*

*1. Практичний характер. Завдання є складовою частиною кваліфікаційної роботи та узгоджуються з викладачем. Основні напрямки курсової роботи:*

Складання звіту з ОВД (ОВНС) для підприємства (назва підприємства уточнюється з викладачем відповідно теми кваліфікаційної роботи);

Розробка звіту по інвентаризації викидів забруднюючих речовин на певному підприємстві /виробництві (назва підприємства уточнюється з викладачем);

Розробка регламенту періодичного скидання зворотних вод;

Розробка документації щодо нормування в сфері поводження з джерелами іонізуючого випромінювання (ДІВ);

Розробка документації щодо нормування акустичного забруднення довкілля;

Розробка Плану управління відходами на підприємстві/місцевого плану управління відходами/регіонального плану управління відходами.

### **3. ОПИС ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ТЕМИ**

Тема курсової роботи може мати теоретичний або практичний характер, вибрана із запропонованого переліку або зроблено власну оцінку джерел та літератури, використані різноманітні методи дослідження, запропонувати власну тему, вирішення проблеми, викладені аргументовані висновки та обґрунтовані рекомендації. Тема курсової роботи може бути пов'язана з місцем проходження

здобувачами вищої освіти виробничої практики чи темою кваліфікаційної роботи.

Збіжності тем на протязі одного навчального року не допускається. Здобувач вищої освіти може вибрати запропоновану тему курсової роботи, а також має право запропонувати власні пропозиції щодо тематики курсової роботи на розгляд викладача.

Обрана тема курсової роботи затверджується протоколом на засіданні кафедри та закріплюється. Завдання для здобувача вищої освіти оформляється відповідно додатку Г даних Методичних рекомендацій. Можливо виконання комплексної курсової роботи: декілька студентів виконують одну тематику, але їх роботи є логічним продовженням одна одної (наприклад, при розробці звіту з ОВД на одному підприємстві один студент може виконувати розрахунки щодо нормування викидів в атмосферу, інший – водне середовище, третій – ґрунти тощо).

#### 4. ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

*Незалежно від напрямку обраної теми, курсова робота має таку структуру:*

- ✦ титульний аркуш – 1 стор. за формою наведеною в додатку Г;
- ✦ завдання на виконання – 1 стор. за формою наведеною в додатку Г;
- ✦ зміст -1 стор;
- ✦ перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів – 1 стор (не обов'язково);
- ✦ вступ – 1 – 2 стор;
- ✦ основна частина – 15 - 30 стор;
- ✦ висновки та рекомендації – 1 –2 ст; ✦ список використаних джерел; – 1-2 ст.
- ✦ додатки (при необхідності).

**ВСТУП** має включати в себе такі компоненти: *актуальність* (чому тема є цікавою для дослідження), *об'єкт* дослідження (1 речення), *предмет* дослідження (1 речення), *мета* дослідження (1 речення), *завдання* дослідження, *методи* дослідження.

**ОСНОВНА ЧАСТИНА РОБОТИ** складається з розділів та підрозділів. Завдання розділів основної частини - переконливо довести та проілюструвати головну думку здобувача. В основній частині здобувач послідовно та переконливо викладає факти, аргументи та докази, які він отримав опрацювавши відповідний масив джерел та літератури. Кожен розділ має починатись з передмови, де актуалізуються завдання дослідження, які будуть вирішені в цьому розділі, має містити результати проведеного дослідження. Наприкінці розділу за необхідності можливо сформулювати висновки із стислим викладенням наведених у розділі наукових і практичних результатів.

Основна частина має містити: – сутність дослідження (мета, умови, спосіб); теоретичні – аналіз науково-популярної літератури, законів, постанов, нормативно-правових актів, карто-схем; фізичні (при необхідності) – із застосуванням різних вимірювальних приладів повітря, води чи ґрунту або іншого природоохоронного приладу; фізико-хімічні – на оцінках зразків повітря, газу, води, ґрунту, отриманих в результаті відповідного відбору проб); - результат дослідження у виявлених фактах, цифрах (зокрема, індексах забруднення середовища або якості повітря, води чи ґрунту, а також параметрах технічних засобів, коефіцієнтах їх ефективності тощо), закономірностях та залежностях у вигляді графіків, діаграм.

**Матеріали, залежно від специфіки курсової роботи, можна знайти:**

- 1) в спеціалізованих організаціях, структурних підрозділах підприємств;
- 2) в структурних підрозділах органів управління в сфері охорони довкілля, органах виконавчої влади, державної адміністрації та ін.

3) в документації ОВНС (оцінка впливу підприємства на навколишнє середовище),

4) у звіті з ОВД (оцінка впливу на довкілля), у звіті з СЕО (стратегічної екологічної оцінки),

5) у статистичних звітних документах (звіти про охорону атмосферного повітря, про використання води, про рекультивацію земель; відомості з інвентаризації промислових викидів, відомості про утворення відходів, використання вторинної сировини, про поточні видатки на охорону та раціональне використання природних ресурсів; журнали обліку роботи котелень, газоочисного та водоочисного обладнання тощо),

6) стандартах у галузі охорони природи та раціонального використання природних ресурсів та інших нормативно-технічних документах,

7) з джерел патентної та науково-технічної інформації, що публікується у наукових журналах та збірниках наукових праць.

**У ВИСНОВОКАХ** необхідно наголосити на те, що вже було сказано в основній частині роботи. Дуже важливо, щоб висновки відповідали поставленим завданням. Зазначаються питання, які потребують подальшого дослідження, визначаються орієнтири на майбутнє.

## **5. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ**

**Курсова робота має відповідати принципам академічної доброчесності.**

Оформлення курсової роботи здійснюється згідно ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

Залежно від особливостей і змісту курсову роботу складають у вигляді тексту, ілюстрацій, таблиць або їх сполучень.

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів**

1. Перелік повинен розташовуватись стовпцем. Ліворуч в алфавітному порядку наводять умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни, праворуч – їх детальну розшифровку.

#### **Текст.**

2. Курсову оформлюють на аркушах формату А4 (210x297 мм). За необхідності допускається використання аркушів формату А3 (297x420 мм). Текст слід друкувати, дотримуючись таких розмірів берегів: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм. Абзацний відступ повинен бути однакоvim дорівнювати 1,25 см.

3. Під час виконання необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності й чіткості зображення впродовж усієї курсової роботи. Мають бути чіткі, не розпливчасті лінії, літери, цифри та інші знаки. Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути однаково чорними впродовж усієї роботи.

4. Числа до десяти, за відсутності розмірності (г, т, млн. та ін.) у тексті записують словами, а більше десяти – цифрами (10 м<sup>2</sup>, 20°С, 1 – 2 кг з розрахунку на 100 кг живої маси тощо). Дроби записують тільки цифрами. Слід дотримуватись прийнятих скорочень одиниць виміру фізичних чи інших величин (мкг, мг, кг, г, ц, т, мм, см, м, км, с, хв., год., корм. од., МДж та ін.).

5. Окремі слова, формули, знаки, які вписують у надрукований текст, мають бути чорного кольору; щільність вписаного тексту має максимально наближуватись до щільності основного зображення.

6. Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.

7. Структурні елементи «ВСТУП», «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ», «ПЕРЕДМОВА», «ВСТУП», «ОСНОВНА ЧАСТИНА», «ВИСНОВКИ»,

«РЕКОМЕНДАЦІЇ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ» не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів.

8. Заголовки структурних елементів заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.

9. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

10. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.

11. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше, ніж два рядки. Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті.

12. Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після неї розміщено тільки один рядок тексту.

### **Нумерація сторінок**

13. Сторінки курсової роботи слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

14. Ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок.

### **Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів**

15. Розділи, підрозділи, пункти, підпункти слід нумерувати арабськими цифрами.

16. Розділи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т. д.

17. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 і т. д.

18. Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту крапку, не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, або 1.1.1, 1.1.2 і т. д.

Якщо текст поділяють тільки на пункти, їх слід нумерувати, за винятком додатків, порядковими номерами.

19. Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 і т. д.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяється на пункти і далі – на підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад, 1.1.3, 1.2.1 і т. д. Після номера підпункту крапку не ставлять.

### **Ілюстрації**

20. Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання.

21. Фотознімки розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуші білого паперу формату А4.

22. Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Ілюстрація позначається словом «Рисунок», яке разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 3.1 – Схема розміщення».

23. Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад, рисунок 3.2 – другий рисунок третього розділу.

24. Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна переносити її на інші сторінки, вміщуючи назву ілюстрації на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначають: «Рисунок , аркуш».

### **Таблиці**

25. Горизонтальні та вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії зліва, справа і знизу, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не утруднює користування таблицею.

26. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті звіту.

27. Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад, таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу.

28. Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і вміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці.

29. Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під одною, або поруч, або переносючи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і бокових.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або бокових заміняти відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово «Таблиця» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження таблиці» з зазначенням номера таблиці.

30. Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком.

### **Примітки**

31. Примітки розташовують безпосередньо після тексту, таблиці, ілюстрації, яких вони стосуються.

32. Одну примітку не нумерують. Слово «Примітка» друкують з великої літери з абзацного відступу, не підкреслюють, після слова «Примітка» ставлять крапку і з великої літери в тому ж рядку подають текст примітки.

33. Декілька приміток нумерують послідовно арабськими цифрами з крапкою. Після слова «Примітки» ставлять двокрапку і з нового рядка з абзацу після номера примітки з великої літери подають текст примітки.

### **Виноски**

34. Пояснення до окремих даних, наведених у тексті або таблицях, допускається оформляти виносками.

35. Виноски позначають надрядковими знаками у вигляді арабських цифр (порядкових номерів) з дужкою.

Нумерація виносок – окрема для кожної сторінки.

Знаки виноски проставляють безпосередньо після того слова, числа, символу, речення, до якого дають пояснення, та перед текстом пояснення.

Текст виноски вміщують під таблицею або в кінці сторінки й відокремлюють від таблиці або тексту лінією довжиною 30-40 мм, проведеною в лівій частині сторінки. Текст виноски починають з абзацного відступу і

друкують за машинописного способу виконання звіту через один інтервал, за машинного способу – з мінімальним міжрядковим інтервалом.

### **Формули та рівняння**

36. Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки.

37. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

38. Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки.

39. Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знакові операції множення, застосовують знак «х».

40. Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

### **Посилання**

41. Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, «... у роботах [1-7] ...».

Допускається наводити посилання на джерела у виносках, при цьому оформлення посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань із зазначенням номера.

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери.

При посиланнях слід писати: «... у розділі 4 ...», «... дивись 2.1 ...», «... за 3.3.4 ...», «... відповідно до 2.3.4.1 ...», «... на рис. 1.3 ...» або «... на рисунку 1.3 ...», «... у таблиці 3.2 ...», «... (див. 3.2) ...», «... за формулою (3.1) ...», «... у рівняннях (1.23) – (1.25) ...», «... у додатку Б ...»

### **Список використаних джерел**

Оформлення згідно ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.

### **Додатки**

Додаток (додатки) оформлюють окремою частиною. Повинні бути надруковані великими літерами слово «ДОДАТОК «та його назва (якщо є) (див. додаток В.2), або слово «ДОДАТКИ».

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, додаток А, додаток Б і т. д.

Один додаток позначається як додаток А.

За необхідності текст додатків може поділятися на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, які слід нумерувати в межах кожного додатка. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатка А; Г.3.1 – підрозділ 3.1 додатка Г; Д.4.1.2 – пункт 4.1.2 додатка Д; Ж. 1.3.3.4 – підпункт 1.3.3.4 додатка Ж.

Ілюстрації, таблиці, формули та рівняння, що є у тексті додатка, слід нумерувати в межах кожного додатка, наприклад, рисунок Г.3 – третій рисунок додатка Г; таблиця А.2 – друга таблиця додатка А; формула (А.1)

Джерела, що цитують тільки у додатках, повинні розглядатися незалежно від тих, які цитують в основній частині звіту, і повинні бути перелічені наприкінці кожного додатка в переліку посилань.

Форма цитування, правила складання переліку посилань і виносков повинні бути аналогічними прийнятим у основній частині звіту. Перед номером цитати і

відповідним номером у переліку посилань і виносках ставлять позначення додатка.

## 6. ОПИС ПРОЦЕДУРИ ЗАХИСТУ

1. Подання роботи до захисту. Курсові роботи подаються науковому керівникові у визначені ним терміни, передбачені графіком навчального процесу, але не пізніше, ніж за два тижні до захисту. Оцінювання захисту курсової роботи планується в розкладі до складання форми контролю з дисципліни курсової роботи. У випадку порушення термінів здачі без поважних причин на перевірку курсові роботи приймаються в термін ліквідації академічної заборгованості.

2. У процесі підготовки до захисту своєї роботи здобувач вищої освіти уважно знайомиться зі змістом зауважень та побажаннями і відповідно до них будує свою роботу.

3. На захист здобувач робить 5 хвилинний виступ, використовуючи презентацію і відповідає на запитання. Під час захисту здобувач вищої освіти розкриває актуальність вибраної теми, зміст її основних питань, обґрунтовує послідовність та основні параметри екологічної оцінки довкілля. Він також відповідає на додаткові запитання викладача та слухачів. За результатами захисту оформляється протокол.

4. Критерії оцінювання курсових робіт.

### Критерії оцінювання курсової роботи до захисту

Параметр оцінювання	К-ть балів
Обґрунтування актуальності обраної теми роботи, формування мети, завдання, об'єкта та предмета дослідження	(до 5)
Відповідність змісту курсової роботи темі та затвердженому плану	(до 8)
Ступінь розкриття теоретичних аспектів проблеми обраної для дослідження та глибина і якість аналізу теоретичного матеріалу	(до 9)

(наявність критичних узагальнень різних підходів до постановки і вирішення проблеми відповідно до теми курсової роботи (проекту), коректність використання понятійного апарату, посилання, цитування)	
Якість практичного дослідження та його детальний аналіз з (використанням наукових методів (аналітичних, статистичних, методів моделювання тощо) та новітніх інформаційних джерел)	<b>(до 20)</b>
Науковий підхід до виявлення проблем та обґрунтованість рекомендаційної (проектно-рекомендаційної) частини, практична значущість висновків відповідно до досліджуваної теми	<b>(до 12)</b>
Ілюстративність курсової роботи (наявність та відповідність діючим стандартам таблиць, графіків, схем та списку використаних джерел)	<b>(до 10)</b>
Відповідність оформлення курсової роботи встановленим вимогам і дотримання графіку виконання	<b>(до 6)</b>
<b><i>Разом за виконання курсової роботи</i></b>	<b>до 70</b>

5. Курсова робота, в якій буде виявлено ознаки плагіату знімається з розгляду, а її авторів за рішенням кафедри може бути запропонована нова тема та термін. Крім того не допускаються до захисту роботи, які не відповідають вимогам оформлення курсових робіт, а також роботи поданні з порушенням термінів їх виконання.

### Критерії оцінювання курсової роботи на захисті

№	Загальна кількість балів за виконання курсової роботи до захисту	Кількість балів за захист курсової роботи			Загальна сума балів	Критерії оцінювання курсової роботи
		Наявність та якість презентації	Розуміння теоретичних основ та аспектів теми дослідження	Відповіді на питання членів комісії		
1	70	6	14	10	100	<b>Високий рівень</b> заслугоує курсова робота, в якій повно і всебічно розкрито теоретичний зміст теми, проведено глибокий аналіз об'єкту дослідження, спостерігається творчий підхід до проблеми, зроблено обґрунтовані висновки. Здобувач вищої освіти вільно володіє інформацією щодо отриманих результатів дослідження і відповідає на всі додаткові запитання.
2	69	4	10	6	89	<b>Достатній рівень</b> заслугоує курсова робота, яка виконана на достатньо високому теоретичному рівні, тема дослідження висвітлена повно і всебічно, висновки і пропозиції сформульовані правильно, але є певні неточності, деякі помилки.
3	59	3	6	5	73	<b>Задовільний рівень</b> заслугоує курсова робота, яка виконана на достатньому теоретичному рівні, повно висвітлена тема дослідження, висновки в цілому правильні, але недостатньо аргументовані, на захисті здобувач не дав відповіді на всі запитання членів комісії.
4	Менше 56	1	1	1	Менше 59	<b>Низький рівень</b> з можливістю повторного захисту. Рішенням кафедри може бути запропонована нова тема та термін захисту.

## 7. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: навчально-методичний посібник. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. – 92 с.
2. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств. (ОНД-86). Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 93 с.
3. Некос В. Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: підручник. Вид. 2-ге доп. і перероб. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
4. Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців : затв. наказом Міністерства охорони навколишнього середовища України від 09.03.2006 р. № 108. [Чинний від 2006-03-29]. Вид. офіц. Київ : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2006. 45 с.
5. ДСанПіН 2.2.4-171.10 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», наказ від 12.05.2010 № 400 / Офіц. Вид.– К. : Міністерство Охорони Здоров'я України, 2010
6. Екологічний паспорт Полтавської області за 2024 рік <https://drive.google.com/file/d/1hA0tkuHipS-mzbeBsbB7VEXBapGY72FM/view>
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Полтавської області за 2024 рік <https://drive.google.com/file/d/1nQT2OYEzTpQi5bbbVQTg2dl7crD89haA/view>
8. «Збірник методик з розрахунку вмісту забруднюючих речовин у викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери», УкрНТЕК, Т.1-3, Донецьк, 1994 г. С.155.
9. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електро-, газозварювання, наплавлювання, електро-, газорізання та напилювання металів», м. Київ. 2003 р. С.15.
10. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97);
11. ОНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств. 1987, 93 с.
12. Стан підземних вод України, щорічник К.: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство;

13. «Порядок визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі», затверджений Наказом Мінприроди України  
30.07.2001 р. № 286
14. Національний план управління відходами до 2033 року. Розпорядження КМУ від 27 грудня 2024 р. № 1353-р
15. Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин від процесів електро-, газозварювання, наплавлювання, електро-, газорізання та напилювання металів», Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва, м. Київ, 2003 р.
16. .В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Навч. посібник. К: Центр учбової літератури, 2007. 276 с.
17. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., МАСІКЕВІЧ Ю.Г. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище : Навч. посібник, Харків НТУ «ХПІ». 18. Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М., Іщенко В. А., Турчик П. М. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище Курсове проектування : навчальний посібник / В.Г Петрук І.В., Васильківський С.М. та ін. Вінниця : ВНТУ, 2014. – 112 с.
19. Постова КМУ від 20 жовтня 2023 р. № 1102 Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів (Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 1711 від 24.12.2025 р).
20. Національний перелік відходів <https://tax.gov.ua/data/files/311885.pdf>.

## ДОДАТКИ

Додаток А

### РОЗРАХУНОК ВЕЛИЧИН ВИКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В АТМОСФЕРУ І ВСТАНОВЛЕННЯ НОРМ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО ВИКИДУ (ГДВ)

#### 1. Розрахунок викидів від твердотопливного котла

Розрахунок виконується згідно «Збірника показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами», том І, УкрНЦТЕ, Донецьк, 2004 р. Усі характеристики палива, крім щільності для розрахунків прийняті згідно Збірника показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, том І, УкрНЦТЕ, Донецьк, 2004 р. що наведений у додатку 2, щільності прийняті згідно «Таблиця щільності тріски та тирси», <http://tehnopost.kiev.ua/drova/30-plotnostshcepi.html>.

Співвідношення щепи сосни та клену в об'ємному відношенні 1:2 (m:n)

Щільність суміші щеп  $\rho_{\text{заг}} = \frac{(\rho_{\text{клен}} \cdot n + \rho_{\text{сосна}} \cdot m)}{n+m}$ , кг/м<sup>3</sup>

Масова теплота згоряння (Q<sub>i</sub>) 12,3 МДж/кг

Масова витрата щепи  $V_r = V_y \cdot \rho_n$ , т/рік

V<sub>y</sub> - об'єм використаної щепи, м<sup>3</sup>/рік;  $\rho_n$  -

густина щепи, кг/м<sup>3</sup>

Викид j-ї забруднювальної речовини E<sub>j</sub>, т, що надходить у атмосферу з димовими газами енергетичної установки за проміжок часу P, визначається за формулою:

$$E = 10^{-6} k V Q_i^r$$

де E – валовий викид забруднювальної речовини під час спалювання

палива за проміжок часу P, т/рік, г/с; k – показник емісії

забруднювальної речовини, г/ГДж;

V – витрата палива за проміжок часу P, т/рік, г/с;

Q<sub>i</sub><sup>r</sup> – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

Q<sub>r</sub> = 30,1 МДж/кг

## Оксиди азоту

Валовий викид  $j$ -ї забруднюючої речовини  $E_j$ , т, що надходить у атмосферу з димовими газами теплосилової установки за проміжок часу  $P$ , визначається як сума валових викидів цієї речовини під час спалювання різних видів палива, у тому числі під час їх одночасного спільного спалювання:

$$E_j = \sum_i E_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_{ir})_i$$

де  $E_{ji}$  – валовий викид  $j$ -ї забруднюючої речовини під час спалювання  $i$ -го палива за проміжок часу  $P$ , т;  $k_{ji}$  – показник емісії  $j$ -ї забруднюючої речовини для  $i$ -го палива, г/ГДж;

Показник емісії оксидів азоту  $(k_{NO_x})_0$  без урахування заходів щодо зниження викидів становить 200 г/ГДж. Емпіричний коефіцієнт  $z$  для природного газу дорівнює 1,15. У зв'язку з відсутністю газоочисної установки ефективність  $\eta_{II}$  і коефіцієнт роботи  $\beta$  дорівнює нулю.

Показник емісії  $k_{NO_x}$  оксидів азоту:

$$k_{NO_x}^q = (k_{NO_x})_0 \cdot f_n \cdot (1 - \eta_I) \cdot (1 - \eta_{II} - \beta) \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right) \quad \text{г/ГДж}$$

$k_{NO_x}$  – показник емісії оксидів азоту без урахування заходів скорочення викиду, г/ГДж;  $f_n$  – ступінь зменшення викиду  $NO_x$  під час роботи на низькому навантаженні;  $\eta_I$  – ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду;  $\eta_{II}$  – ефективність вторинних заходів (азотоочисної установки).  $\beta$  – коефіцієнт роботи азотоочисної установки. Оскільки азатоочисна установка відсутня, то  $\beta = 0$ .

Ступінь зменшення викидів оксидів азоту під час роботи котлів на низькому навантаженню:

$$f_n = \left(\frac{Q_\phi}{Q_n}\right)^z,$$

де  $Q_\phi$ ,  $Q_n$  – фактична та номінальна теплопродуктивність, кВт;  $z$  – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду установки спалювання, її потужності, типу палива тощо.

Якщо відомі тільки фактична  $D_\phi$  та номінальна паропроодуктивність парового котла  $D_n$ , допускається використовувати у формулі знаходження  $f_n$  замість відношення введених теплових потужностей відношення паропроодуктивностей  $D_\phi/D_n$ .

Валовий викид оксидів азоту в атмосферу  $E_{NO_x}$  (т/рік) визначається за формулою:

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \cdot k_{NO_x} \cdot B^r \cdot (Q_i)_i \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right) q, \text{ т/рік}$$

$$E_{NO_x} = 10^{-6} \cdot k_{NO_x} \cdot B^r \cdot (Q_i)_i \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right) q, \text{ г/с}$$

*Викиди оксидів вуглецю. Викиди CO*

Показник емісії оксиду вуглецю  $k_{CO}$  становить 14000 г/ГДж.

Валовий викид оксиду вуглецю розраховується за формулою:

$$E_{CO, \text{ т/рік}}^q = 10^{-6} \cdot k_{CO} \cdot B^r \cdot (Q_i)_i \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right)$$

$$E_{CO, \text{ г/с}}^q = 10^{-6} \cdot k_{CO} \cdot B^r \cdot (Q_i)_i \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right)$$

*Викиди CO2*

Показник емісії вуглекислого газу при спалюванні органічного палива визначається за формулою:

$$k_{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{r} \cdot \varepsilon_c = 3,67 \cdot k_c \cdot 12 \cdot 100 \cdot Q_i \cdot \varepsilon_c, \text{ г/ГДж}$$

$C^r$  – масовий вміст вуглецю в паливі на робочу масу,

%;  $Q_i^r$  – нижча робоча теплота згоряння палива,

МДж/кг;  $\varepsilon_c$  – ступінь окислювання вуглецю палива;  $k_c$

– показник емісії вуглецю палива, г/ГДж.

## 2. Розрахунок викидів котельні при використанні природного газу

Для забезпечення різкого скорочення викиду в атмосферу твердих часток у вигляді золи та сажі, оксидів азоту, сірчистих сполук, можливий перехід роботи котлоагрегатів твердого палива на природний газ. Практично, крім двоокису вуглецю і водяної пари, що є результатом реакції горіння, при спалюванні газу утворюються оксиди азоту. Укрупнену оцінку переведення котлоагрегатів на природний газ проводять за калорійністю палива.

Обсяг природного газу для заміни 1 кг вугілля визначимо за формулою:

$$q_{\text{пр.газ}} = \frac{Q_{\text{г.н.в}} \cdot \eta_{\text{в}}}{Q_{\text{г.н.г}} \cdot \eta_{\text{г}}}$$

де  $\eta_{\text{в}}$ ,  $\eta_{\text{г}}$  у даному завданні дорівнює 0,82 та 0,92 відповідно.

Qн.в., г Qн.г. – нижча теплота згоряння вугілля і природного газу, відповідно, МДж/кг;  $\eta_v$ ,  $\eta_g$  – ККД котла при роботі на твердому й газоподібному паливі.

Річні витрати природного газу на котельню визначаються за формулою

$$V_{пр.г.} = V * q_{\frac{пр.г}{р}}$$

де  $\rho$  – питома вага природного газу ( $\rho=0,85$  г/м<sup>3</sup>).

### 3. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від зварювальних постів.

На шахті  $N_1$  постів зварювання. Режим роботи однозмінний, з п'ятиденним тижнем. Для зварювання використовуються апарати АНО-1. За рік на шахті витрачається  $N_2$  електродів  $N_3$ -типу.

Кількість зварювального аерозолу від зварювальних постів розраховується за формулою:

$$M_{зв.а.} = N_1 * q_1 * N_2$$

де  $N_2$  у даному завданні дорівнює 3000.  $q_1$  – питома кількість зварювального аерозолу, г/шт.

Для зварювального аерозолу в робочій зоні ГДКр.з=4 мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки – 4.

Кількість марганцю та його оксидів від зварювальних постів знаходимо за формулою:

$$M_{MnO_2} = N_1 * q_2 * N_2$$

де  $q_2$  – питома кількість марганцю та його оксидів, г/шт. Примітка: Для марганцю та його оксидів ГДКм.р.=0,05 мг/м<sup>3</sup>, ГДКс.с.=0,01 мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки – 3.

### 4. Розрахунок величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря.

Значення гранично допустимого викиду (ГДВ, г/с) для нагрітої газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела, яким є котельня, з круглим отвором визначаються за формулою:

$$ГДВ = \frac{H^2 * ГДК * \sqrt{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n}$$

де  $A$  – коефіцієнт, що враховує умови вертикального й горизонтального розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері (для України – 160); ГДК – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, що викидається в атмосферу, мг/м<sup>3</sup>. У якості ГДК використовується ГДКм.р. або ГДКс.с.;  $H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;  $F$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі (для газів  $F=1$ ; для пилу при ККД очисних споруд більше 90%  $F=2$ ; при ККД від

75 до 90%  $F=2,5$ ; при ККД менше 75%  $F=3$ );  $m, n$  – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші з устя джерела викиду;  $V_1$  – об’єм газоповітряної суміші,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші  $T_T$ , що викидається, та температурою навколишнього повітря  $T_H$ ,  $^\circ\text{C}$ .

Для визначення безрозмірного коефіцієнта  $m$  необхідно розрахувати параметр  $f$  за допомогою виразу:

$$f = 1000H_2 \cdot W \cdot \Delta T \cdot D$$

де  $W_0$  – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $D$  – діаметр отвору джерела викиду,  $\text{м}$ .

Коефіцієнт  $m$  визначається за формулою:  $m$

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

Об’єм газопилової суміші  $V_I$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , розраховується за формулою  $V_I$

$$= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0.$$

Для розрахунку безрозмірного коефіцієнта  $n$  необхідно спочатку визначити коефіцієнт  $V_M$  за виразом

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot T}{H}}$$

Δ Якщо  $V_M \leq 0,3$ ,  $n=3$ . Якщо  $0,3 < V_M \leq 2$

$$n = 3 - \sqrt{(V_M - 0,3) \cdot (4,36 - V_M)}.$$

Якщо  $V_M > 2$ , то  $n$

$= 1$ .

### Завдання

- Провести розрахунок викидів від твердопаливного котла. Провести розрахунок ГДВ для котельні без переходу газове паливо. Розрахунок викидів забруднюючих речовин від зварювальних постів:

Показник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$C^r$ , %	34,6	33,2	30,7	39,1	40,1	42,5	35,7	45,6	37,7	38,0
$H^r$ , %	4,2	5,2	4,5	3,1	5,0	6,0	5,7	8,1	4,3	3,8
$N^r$ , %	0,4	0,3	0,2	0,5	0,25	0,6	0,22	0,34	0,39	0,44
$O^r$ , %	30,1	25,4	31,5	30,8	29,6	27,4	25,6	20,3	30,8	32,6
$A^r$ , %	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5	0,6	0,4	0,8	0,7	1,1
$W^r$ , %	30	25	24	21	33	35	39	37	34	32
Механічний недопал $q_4$ , %	4	3	4	5	6	7	5	4	6	2

Номинальна потужність котла, т пари/год	4	2,5	3,5	5,5	5,7	6,0	5,4	5,0	6,1	2,9
Густина щепи клену, кг/м <sup>3</sup>	236	240	251	260	220	210	207	215	223	240
Густина щепи сосни, кг/м <sup>3</sup>	187	168	190	170	175	158	177	180	192	175
Висота труби, м	20	40	25	26	27	30	15	24	20	25
Діаметр устя труби, м	1,5	1,0	0,8	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,1
Середня швидкість газоповітряної суміші, м/с	6,3	6,5	7,0	5,2	5,8	5,3	5,6	4,0	4,8	6,9

2. Провести розрахунок ГДВ для котельні з переходом на газове паливо.

Вихідні дані для розрахунку залежно від виду палива:

Найменування показника	Позначення	Одиниці виміру	Вид палива	
			вугілля	газ
Зольність палива	$A^r$	%	11	-
Вміст сірки у паливі	$S^r$	%	3	-
Нижча теплота згоряння	$Q_{\text{н}}$	МДж/кг	25,95	35,7
Частка оксидів сірки, що зв'язані золюю	$\square 'SO_2$	відносні одиниці	0,1	0
Частка оксидів сірки, що уловлюються в золоуловлювачі	$\square "SO_2$	відносні одиниці	0,1	0
Втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива	$q_3$	%	0,8	0,5
Втрати тепла внаслідок механічної неповноти згоряння палива	$q_4$	%	20	0,5
Кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла	$K_{NO_2}$	кг/ГДж	0,2	0,09

Втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, обумовленої наявністю в продуктах згоряння CO	$R$	-	1	0,5
Коефіцієнт	$\beta$	-	0,05	0,1
Коефіцієнт зольності	$\chi$	-	0,002	-
Витрати палива	$B$	г/с	1000	
Кількість котлів	$N$	шт.	10	
Кількість постів	$N_1$	шт.	14	
Питома кількість зварювального аерозолю	$q_1$	г/шт.	7,1	
Питома кількість марганцю та його оксидів	$q_2$	г/шт.	0,43	

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (2.1)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що враховує умови вертикального й горизонтального розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері,  $\text{с}^{1/3} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$  (для України – 160);  $M$  – кількість забруднюючої речовини, що викидається в атмосферне повітря за одиницю часу, г/с;  $H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;  $F$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі (для газів  $F=1$ ; для пилу при ККД очисних споруд більше 90%  $F=2$ ; при ККД от 75% до 90%  $F=2,5$ ; при ККД менше 75%  $F=3$ );  $m, n$  – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші з отвору джерела викиду;  $V_1$  – об’єм газоповітряної суміші,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші  $T_G$ , що викидається, та температурою навколишнього повітря  $T_H$ , °С.

### 5. Порядок розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від промислових підприємств для різних умов викиду Завдання.

На експертизу надійшов проект реконструкції підприємства з виготовлення стільникового та монолітного покриття, який пов’язаний із виділенням

атмосферу фенолу, формальдегіду й ацетону. Викид характеризується наступними параметрами (завдання для здобувачів):

Параметри		Варіанти									
Найменування показника	Одиниці виміру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Максимальний викид	г/с	30 Сажа	23 Сажа	27 Фенол	35 Фенол	15 Форма- льдегід	10 Форма- льдегід	10 Сажа	40 Сажа	50 Фенол	20 Фенол
Діаметр устя труби	м	0,5	0,9	0,7	0,5	0,4	0,9	0,7	1,0	1,1	0,5
Висота викиду	м	20	30	24	20	23	35	33	37	40	15
Швидкість виходу газоповітряної суміші	м/с	6	5	4	7	8	10	7	5	6	9
Різниця температур	°C	100	120	140	80	76	110	102	95	80	115
Фактичний ефект очистки	%	60	70	80	56	90	70	80	65	68	70
Швидкість вітру	м/с	3	4	5	4	6	7	5	6	3	4

Величина максимальної приземної концентрації ( $C_M$ , мг/м<sup>3</sup>) забруднюючих речовин від одинарного (точкового) джерела з круглим устям для викиду нагрітої газоповітряної суміші при несприятливих метеорологічних умовах на відстані  $X_M$  визначається за формулою

2. Визначення відстані  $X_M$ , на якій буде реєструватися максимальна приземна концентрація  $C_M$ .

Відстань  $X_M$  на якій при несприятливих метеоумовах досягається максимальна приземна концентрація  $C_M$ , визначається за формулою:

$$X_M = d \cdot H, \text{ м} \quad (2.6)$$

де  $d$  – безрозмірна величина.

При викиді нагрітої газоповітряної суміші безрозмірний коефіцієнт  $d$  визначається за такими виразами:

при  $V_M \leq 2$ ,

$$d = 4,95 \cdot V_M (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f});$$

при  $V_M > 2$ ,

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}).$$

Якщо коефіцієнт  $F \geq 2$ , то величина  $X_M$  визначається за формулою:

$$X_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H. \quad (2.7)$$

Значення величини небезпечної швидкості вітру  $U_M$ , м/с, на рівні флюгера (приблизно 10 м від рівня землі), при якій має місце найбільше значення приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі  $C_M$ , визначається за співвідношеннями:

при  $V_M \leq 0,5$ ,

$$U_M = 0,5;$$

при  $0,5 < V_M \leq 2$ ,

$$U_M = V_M;$$

при  $V_M > 2$ ,

$$U_M = V_M \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt[3]{f}).$$

Якщо швидкість вітру  $u$  відрізняється від небезпечної швидкості вітру  $U_M$ , то максимальна величина приземної концентрації забруднюючої речовини визначається за формулою:

$$C_{\text{max}} = r \cdot C_M, \text{ мг/м}^3 \quad (2.8)$$

де  $r$  – безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від співвідношення  $u/U_M$  за такими рівняннями:

при  $u/U_M \leq 1$ :

$$r = 0,67 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right) + 1,67 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right)^2 - 1,34 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right)^3;$$

при  $u/U_M > 1$ :

$$r = \frac{3 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right)}{2 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right)^2 - \left(\frac{u}{U_M}\right) + 2}.$$

Відстань від джерела викиду на якій при швидкості вітру  $u$  приземна концентрація забруднюючої речовини досягне максимального значення  $C_{\text{max}}$ , визначається за формулою:

$$X_{mn} = p \cdot X_M \quad (2.9)$$

де  $p$  – безрозмірний коефіцієнт, що також визначається в залежності від співвідношення  $u/U_M$  за такими рівняннями:

при  $u/U_M \leq 0,25$ :

$$p = 3;$$

при  $0,25 < u/U_M \leq 1$ :

$$p = 8,43 \cdot \left(1 - \frac{u}{U_M}\right)^5 + 1;$$

при  $u/U_M > 1$ ,

$$p = 0,32 \cdot \left(\frac{u}{U_M}\right) + 0,68.$$

При небезпечній швидкості вітру  $U_M$ , величини приземних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі уздовж осі факелу викиду на різних відстанях  $x$  від джерела знаходимо за формулою:

$$C_x = s_1 \cdot C_{mn}, \text{ мг/м}^3 \quad (2.10)$$

де  $s_1$  – безрозмірний коефіцієнт, що описує зміну концентрації вздовж осі факела, та розраховується в залежності від співвідношення  $x/X_{mn}$  за такими виразами:

при  $x/X_{mn} \leq 1$ :

$$s_1 = 3 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^2 \quad (2.11);$$

при  $1 < x/X_{mn} \leq 8$ ,

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^2 + 1} \quad (2.12)$$

при  $x/X_{mn} > 8$  и  $F=1$  величина  $s_1$  визначається за формулою:

$$s_1 = \frac{\frac{x}{X_{mn}}}{3,58 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right) + 120} \quad (2.13);$$

при  $x/X_{mn} > 8$  и  $F \geq 2$  величина  $s_1$  визначається за формулою:

$$s_1 = \frac{1}{0,1 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right)^2 + 2,47 \cdot \left(\frac{x}{X_{mn}}\right) - 17,8} \quad (2.14)$$

У формулах (2.11)-(2.14)  $x$  – поточна координата, м.

Для розрахунку розподілу приземної концентрації забруднюючої речовини в атмосфері уздовж осі факелу викиду необхідно підставляти у формули (2.11)-(2.14) різні значення  $x$ . При цьому необхідно попередньо знайти граничні значення  $x$ , при яких концентрація забруднюючої речовини  $C_x$  дорівнює ГДК, тобто визначити довжину зони викиду. Графік функції  $C_x=f(x)$  наведено на рис.

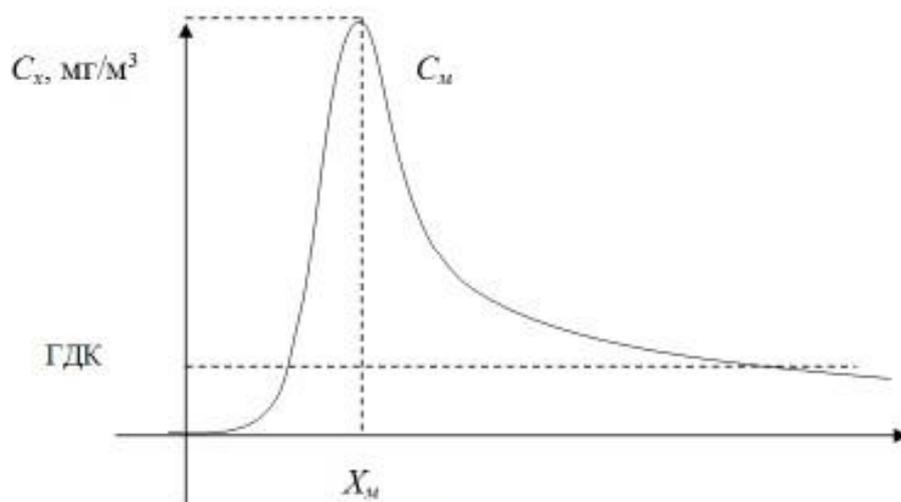


Рис. 2.2. Графік функції  $C_x=f(x)$

Величини приземних концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері на відстані  $y$  за перпендикуляром до осі факелу викиду визначається:

$$C_y = s_2 \cdot C_m, \text{ мг/м}^3 \quad (2.15)$$

де  $s_2$  – безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від швидкості вітру  $u$  та відношення  $y/x$  згідно з рівнянням:

$$s_2 = \frac{1}{\left[1 + 8,4 \cdot u \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^2\right] \cdot \left[1 + 28,2 \cdot u^2 \cdot \left(\frac{y}{x}\right)^4\right]} \quad (2.16)$$

У формулі (2.16)  $u$  – фіксоване значення швидкості вітру, м/с;  $x$  – фіксоване значення відстані від джерела по осі факелу викиду, м;  $y$  – поточна координата, м. Значення  $u$ ,  $x$  вибирають довільно або вказуються викладачем.

Для розрахунку розподілу приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері за перпендикуляром на відстані  $x$  від джерела необхідно підставляти у формулу (2.16) різні значення  $y$  при фіксованих значеннях  $x$  та  $u$ .

При цьому необхідно попередньо визначити значення  $y$ , при якому концентрація  $C_y$  дорівнює ГДК, тобто ширину зони викиду. Графік функції  $C_y=f(y)$  наведено на рис. 2.3.

**Холодна газоповітряна суміш.** Холодним вважається викид, для якого величина  $\Delta T$  менша або дорівнює нулю.

Максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин при викиданні холодної газоповітряної суміші з круглого устя одиночного джерела при несприятливих метеорологічних умовах визначається за формулою:

$$C_m = A \cdot F \cdot M \cdot n \cdot \frac{K}{H^2}, \text{ мг/м}^3 \quad (2.17)$$

Позначення такі ж самі, що й у формулі (2.1);

$K$  – безрозмірний коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$K = \frac{D}{8V_1} \quad (2.18)$$

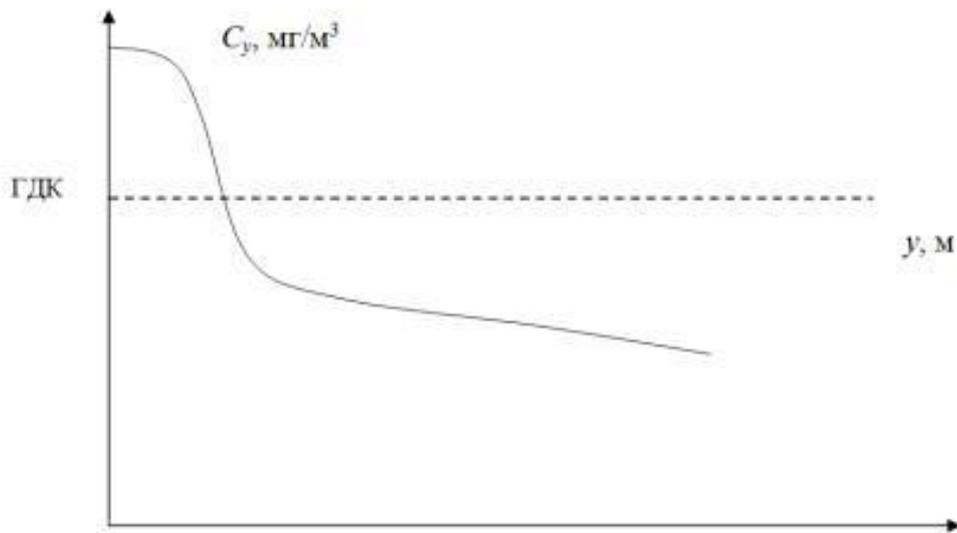


Рис. 2.3. Графік функції  $C_y=f(y)$

Методика розрахунку аналогічна. Виключення – визначення небезпечної швидкості вітру при  $V_M > 2$ .

Небезпечна швидкість вітру при холодному викиду визначається при  $V_M > 2$  м/с за формулою:

$$U_M = 2,2 \cdot V_M, \text{ м/с} \quad (2.19)$$

Безрозмірний коефіцієнт  $d$  при холодному викиді визначається за такими виразами:

при  $V_M \leq 2$ :

$$d = 11,4 \cdot V_M$$

при  $V_M > 2$ :

$$d = 16,1 \cdot V_M$$

$V_M$  у свою чергу визначається за формулою:

$$V_M = 1,3 \cdot \frac{W_0 \cdot D}{H} \quad (2.20)$$

**Джерела викиду з прямокутним устям.**

Розрахунки характеристик приземного поля концентрацій від викиду нагрітої або холодної газоповітряної суміші об'ємом  $V_I$  ( $\text{m}^3/\text{с}$ ) з одиночних джерел з прямокутним устям виконуються за аналогічною методикою наведеною вище для точкового джерела при цьому  $D=D_e$  та  $V_I=V_e$ .

Середня швидкість виходу в атмосферу газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$W_0 = \frac{V_I}{L \cdot b}, \text{ м/с} \quad (2.21)$$

де  $L$  – довжина устя, м;  $b$  – ширина устя, м.

Ефективний діаметр устя джерела знаходимо за формулою:

$$D_e = \frac{2 \cdot L \cdot b}{L + b}, \text{ м.} \quad (2.22)$$

Для розрахунку розподілу приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері вздовж осі факелу викиду потрібно підставити до вищеприведених формул різні значення  $x$ .

При цьому необхідно попередньо знайти граничні значення  $x$ , при яких концентрація забруднюючої речовини  $C_x$  дорівнює ГДК. Результати розрахунку навести в таблиці нижче.

Таблиця – Результати розподілу приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері вздовж осі факелу викиду звести в таблицю:

$x, м$	<b>40</b>	3000	3500	4000	<b>4500</b>
$C_x, мг/м^3$					

7. Визначення приземної концентрації забруднюючих речовин  $C_y$ , мг/м<sup>3</sup>, за перпендикуляром  $y$  на відстані  $x$  від осі факела викиду.

Для розрахунку розподілу приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері за перпендикуляром на відстані  $x$  від джерела необхідно підставляти різні значення  $y$  при фіксованих значеннях  $x$  та  $u$ . При цьому необхідно попередньо визначити значення  $y$ , при якому концентрація  $C_y$  дорівнює ГДК.

$u$  – фіксоване значення швидкості вітру, яка дорівнює 3 м/с;

$x$  – фіксоване значення відстані від джерела по осі факелу викиду, яка дорівнює  $x = X_{mn} = 210,9$  м;  $y$  –

поточна координата, м

Таблиця – Результати розподілу приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері за перпендикуляром на відстані  $x$  звести в таблицю:

$y, м$	0	100	110	120	123	124	125	127	150
$C_y, мг/м^3$									

8. Визначення гранично допустимого викиду (ГДВ), мінімальної висоти труби та необхідного ступеня очистки.

Якщо в результаті виконаних розрахунків з'ясується, що концентрація забруднюючих речовин перевищує значення ГДК, необхідно розрахувати величину ГДВ забруднюючої речовини, при якій у приземному шарі забезпечується концентрація не більша, ніж ГДК.

Значення гранично допустимого викиду (ГДВ, г/с) для нагрітої газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела з круглим отвором визначається за формулою

$$ГДВ = \frac{H^2 * ГДК * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n}$$

У цьому випадку концентрація забруднюючої речовини в усті джерела викиду ( $C_{м.вст.}$ ) не повинна перевищувати величини:

$$C_{M,уст} = \frac{\text{ГДВ}}{V_1}$$

Для забезпечення необхідного ГДВ (0,30 г/с) ефект очистки  $X_f$ , повинен становити:

$$X_f = 100 - \text{ГДВ} * 100 \text{ м}$$

Висота труби, при якій  $CM \leq \text{ГДК}$ , дорівнює:

$$H_{\min} = \sqrt{\frac{A * M * F * m * n}{\text{ГДК} * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}}$$

На практиці виконують комплекс робіт, досягаючи компромісу між величиною викиду, ефективністю роботи очисних споруд і висотою викиду.

**РОЗРАХУНОК УМОВ СКИДУ СТИЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИМИ  
ПІДПРИЄМСТВАМИ У ПОВЕРХНЕВІ ВОДОЙМИ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ВЕЛИЧИН  
ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО СКИДУЗАБРУДНЮЮЧИХРЕЧОВИН**

**Завдання**

1. Визначити величину індексу забруднення води (ІЗВ) та ЛОШ, встановити клас якості води у річці, використовуючи дані про вміст речовин, які є основними показниками якості води.

Нормування антропогенного навантаження планової діяльності можливе при оцінці якості води річки. Однією із методик оцінювання якості поверхневої води в Україні є метод інтегрального оцінювання її якості за величиною індексу забруднення води (ІЗВ):

$$ІЗВ = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / ГДК_i}{N},$$

де  $C_i$  – фактична концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини у поверхневому водоймі (річці), мг/л;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини у поверхневому водоймі, встановлена для відповідного водного об'єкта, мг/л;  $N$  – кількість показників (забруднюючих речовин), що використовуються для розрахунку ІЗВ. Речовини, за якими проводимо розрахунок: БСК<sub>п</sub>, ХСК, завислі речовини, марганець, амоній-іони, нітрит-іони, нітрат-іони, кальцій, магній, залізо загальне, сульфати, хлориди, сухий залишок, нафтопродукти, фосфат-іони, фенол, свинець, хром, кобальт, нікель, мідь, цинк. За результатами розрахунку встановлюємо клас якості води в залежності від розрахованої величини ІЗВ.

*Таблиця - Класи якості поверхневих вод в залежності від значення індексу забруднення води (ІЗВ)*

<i>Значення ІЗВ</i>	<i>Клас якості води</i>	<i>Характеристика якості води</i>
<i>&lt; 0,2</i>	<i>I</i>	<i>дуже чиста</i>
<i>0,2 – 1,0</i>	<i>II</i>	<i>чиста</i>
<i>1,1 – 2,0</i>	<i>III</i>	<i>помірно забруднена</i>
<i>2,1 – 4,0</i>	<i>IV</i>	<i>забруднена</i>
<i>4,1 – 6,0</i>	<i>V</i>	<i>брудна</i>
<i>6,1 – 10,0</i>	<i>VI</i>	<i>дуже брудна</i>
<i>&gt; 10,0</i>	<i>VII</i>	<i>надзвичайно брудна</i>

Також для оцінювання якості поверхневої води в Україні використовують метод її оцінювання за сукупністю забруднюючих речовин та частотою їх виявлення - лімітуючі показники забруднення (ЛПЗ)), відповідно до якого, сума

відношень концентрацій ( $C_1, C_2 \dots C_n$ ) кожної з речовин у водному об'єкті до відповідної ГДК не повинна перевищувати одиниці.

2. Розрахувати коефіцієнт кратності розбавлення стічних вод ( $n$ ), які надходять до поверхневої водойми за час руху від місця скиду до створу, розташованого на 1 км вище пункту водокористування.

3. Розрахувати величини гранично допустимого (ГДС) і фактичного скиду ( $M_{\text{ФАКТ}}$ )  $i$ -ої забруднюючої речовини у поверхневій водоймі.

4. Розрахувати необхідну ступінь очистки стічних вод ( $\eta$ ) від  $i$ -ої забруднюючої речовини, якщо величина фактичного скиду  $i$ -ої забруднюючої речовини ( $M_{\text{ФАКТ}}$ ) у поверхневій водоймі перевищує значення гранично допустимого скиду (ГДС).

Вихідні дані за варіантами наведені нижче в таблиці.

Вихідні дані для  
розрахунку

Показники	Умовні позначення	Одиниці виміру	Приклад	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.4	Вар.5	Вар.6	Вар.7	Вар.8	Вар.9	Вар.0
Витрати стічних вод	$q$	м <sup>3</sup> /с	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Фактична концентрація: - БСК - азот амонійний - нітрити - залізо загальне - нафтопродукти - цинк - завислі речовини	$C_i$	мг/л	12,0 6,40 4,10 3,06 2,2 0,99 190	10,0 6,47 4,5 3,06 2,1 0,84 344	11,0 5,8 4,14 3,06 3,1 0,70 470	15,0 3,2 4,2 3,06 7,0 0,50 85	14,0 8,4 5,1 3,06 1,0 0,44 80	22,0 7,7 7,7 3,06 4,0 0,90 220	10,7 6,2 4,9 3,06 3,3 0,50 190	12,0 6,9 4,7 3,06 1,6 0,74 120	10,5 10,4 6,3 4,10 1,8 0,45 140	6,5 5,2 4,9 3,06 1,9 0,54 190	14,2 16,7 2,5 3,10 2,1 0,7 110
Фонова концентрація: - БСК - азот амонійний - нітрити - залізо загальне - нафтопродукти - цинк - завислі речовини	$C_\phi$	мг/л						3,91 1,5 1,4 0,16 0,21 0,01 5,0					
Ширина річки	$S$	м	330	750	450	550	280	650	500	400	350	700	640

Середня швидкість течії на ділянці між													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

37

випуском стічних вод і створом пункту водокористування	$V_{CP}$	м/с	2,5	3,5	3,0	1,5	2,8	2,0	3,9	4,5	1,9	2,1	3,8
Середня глибина водойми на цій же ділянці	$H_{CP}$	м	5,0	4,5	5,5	5,2	3,0	6,3	5,7	5,8	3,5	5,0	4,5
Відстань від місця випуску стічних вод до створу найближчого пункту водокористування	$L$	м	7500	700	600	500	450	400	800	900	300	800	460
Коефіцієнт звивистості русла річки	$\varphi$	-	1,0	2,0	1,5	1,5	1,0	2,2	2,1	1,3	1,5	2,0	1,8
Коефіцієнт, що характеризує місце розташування випуску стічних вод у водойми	$\xi$	-	1,5	1,8	1,57	1,2	1,1	1,0	1,9	1,5	2,0	1,1	1,7

38

## Приклад (варіант - приклад)

1. Визначаємо індекс забруднення води (ІЗВ):

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{P_i} = \frac{12}{6,0} + \frac{6,47}{2,0} + \frac{6,47}{2,0} + \frac{4,13}{3,3} + \frac{3,06}{0,3} + \frac{1,1}{0,3} + \frac{0,84}{0,1} + \frac{120}{10,0} = 40,786 = 5,83$$

Встановлюємо клас якості води в залежності від розрахованої величини ІЗВ. Оскільки розрахований індекс забруднення води (ІЗВ) в нашому випадку дорівнює 5,83, то вода в даному поверхневому водоймі відноситься до V класу якості та її можна охарактеризувати як «брудну».

2. Знаходимо коефіцієнт кратності розбавлення стічних вод у розрахунковому створі ( $n$ ). Для цього треба визначити необхідні для розрахунку показники:

- знаходимо витрати води водойми у створі в місці випуску стічних вод:

$$Q = \frac{S \cdot V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{2} = \frac{450 \cdot 2,5 \cdot 5,5}{2} = 3093,75 \text{ м}^3/\text{сек};$$

- розраховуємо коефіцієнт турбулентної дифузії за формулою:

$$E = \frac{H_{\text{ср}} \cdot V_{\text{ср}}}{200} = \frac{2,5 \cdot 5,5}{200} = 0,069;$$

- визначаємо коефіцієнт  $a$ , що враховує вплив гідравлічних чинників змішування стічних вод за формулою

$$a = \zeta \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,069}{250}} = 0,098;$$

- знаходимо проміжний коефіцієнт  $\beta$  за формулою:

$$\beta = e^{-a \sqrt[3]{L}} = e^{-0,098 \sqrt[3]{700}} = 0,075;$$

- розраховуємо коефіцієнт змішування стічних вод з водою водойм  $\mu$  за формулою:

$$\mu = \frac{1-\beta}{1 + \frac{\beta}{q}} = \frac{1-0,075}{1 + \frac{0,075}{250}} = 0,480.$$

Визначаємо коефіцієнт кратності розбавлення  $n$  у розрахунковому створі:

$$n = \frac{\mu \cdot Q + q}{q} = \frac{0,480 \cdot 3093,75 + 250}{250} = 6,94.$$

3. Розраховуємо величину граничної концентрації  $i$ -ої забруднюючої речовини в стічних водах,  $C_{\text{ГРАН}i}$  мг/л, за формулою:

$$C_{\text{ГРАН}i} = \mu \cdot q \cdot (ГДК_i - C_{\text{Ф}i}) + ГДК_i \text{ Результати}$$

розрахунків наведено в табл. 3.4.

Розраховуємо величину гранично допустимого скиду ( $ГДС_i$ , г/с)  $i$ -ої забруднюючої речовини у поверхневій водоймі за формулою (3.9):  $ГДС_i = q \cdot C_{\text{ГРАН}i}$

Розраховуємо величину фактичного скиду  $M_{\text{ФАКТ}i}$  г/с  $i$ -ої забруднюючої речовини у водний об'єкт промисловим підприємством за формулою  $M_{\text{ФАКТ}i} = q * C_i$

Оскільки умова спуску стічних вод промисловим підприємством  $M_{\text{ФАКТ}i} \leq \text{ГДС}_i$  не виконується, тобто всі значення фактичних концентрацій ( $M_{\text{ФАКТ}i}$ ) перевищують величину гранично допустимого скиду ( $\text{ГДС}_i$ ) то треба розрахувати необхідну ступінь очистки стічних вод від  $i$ -ої забруднюючої речовини,  $\eta_i$ , %, за формулою:

$$\eta_i = \frac{M_{\text{ФАКТ}i} - \text{ГДС}_i}{M_{\text{ФАКТ}i}} * 100$$

Результати розрахунків наведено в таблиці нижче

Таблиця – Результати розрахунків

Показники	$C_{\text{ГРАН}}$ , мг/л	ГДС, г/с	$M_{\text{ФАКТ}}$ , г/с	$\eta$ , %
Біологічне споживання кисню (БСК)	18,4146	4603,65	3000	-34,83
Азот амонійний	4,97	1242,5	1617,5	30,18
Нітриди	14,586	3646,5	1032,5	-71,68
Залізо загальне	1,1316	282,9	765	170,41
Нафтопродукти	0,8346	208,65	275	31,80
Цинк	0,6346	158,65	210	32,37
Завислі речовини	39,7	9925	30000	202,27

**Висновок:** Проаналізувавши отриманні величини гранично допустимого (ГДС) і фактичного скиду за кожною забруднюючою речовиною, що потрапляють у водний об'єкт внаслідок виробничої діяльності підприємства,

можна зробити висновок, що умова спуску стічних вод промисловим підприємством  $M_{\text{ФАКТі}} \leq \text{ГДС}$  і виконується тільки у біологічному споживанні кисню та нітритах.

Отже якість води у водоймі на відстані 1000 м вище пункту водокористування не відповідає вимогам «Санітарних норм і правил охорони поверхневих вод від забруднення». Для того, щоб ця умова виконувалася, на підприємстві треба встановлювати очисні спорудження, ефективність очистки яких за кожною забруднюючою речовиною була розрахована й наведена в таблиці вижче.

Додаток В

### РОЗДІЛ 3

#### НОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Структура матеріально – сировинного балансу виробничого процесу в загальному вигляді складається із таких складових елементів:

$$\text{ОМ} + \text{ДМ} = \text{ЦП} + \text{ТВ} + \text{НБДМ},$$

де: ОМ – основні матеріали;

ДМ – допоміжні матеріали;

ЦП – цільовий продукт;

ТВ – технологічні відходи виробництва, які утворюються на стадіях технологічного процесу, що виконуються з дотриманням установлених регламентів;

НБДМ – втрати допоміжних матеріалів, обумовлені існуючою технологією виробництва (видобування) продукції.

#### 3.1 Аналіз виробництва

Здобувачі на прикладі однієї дільниці підприємства повинні провести облік відходів, прийняти рішення по подальшому руху відходів, скласти відповідні форми звітності у сфері відходів. Для прикладу буде розглянуто *автотранспортне підприємство*.

Згідно завдання студенти вибирають відповідну дільницю, а також види відходів, які будуть утворюватися на даній дільниці:

<b>№ варіанту</b>	<b>Назва дільниці</b>
1 а	Експлуатаційна дільниця
2б	Дільниця технічного обслуговування
3в	Електро- та газозварювальна дільниця
4г	Токарний цех
5а	Шиномонтажне відділення
6б	Відділення по ремонту паливної апаратури
7в	Дільниця по ремонту двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)
8г	Акумуляторне відділення
9а	Склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ) та АЗС
10	Фарбувальна дільниця
11	Мідницька дільниця

Основна виробнича діяльність автотранспортного підприємства – надання послуг автотранспортом та спецтехнікою (автобуси різних видів та спецтехніка) для перевезення пасажирів та техніка для транспортування автотранспорту.

Виробнича діяльність автотранспортного підприємства за формами ЄКГНГ та КВЕД включає:

- пасажирський автомобільний транспорт;
- автомобільне господарство;
- зовнішня торгівля недержавних організацій;
- інші види оптової торгівлі.

**Основне виробництво** зв'язане з процесом пасажирських міських та міжміських перевезень.

Допоміжні виробництва автотранспортного цеху, які пов'язані з утворенням відходів:

- **1. ремонтно-механічні майстерні**, які розташовані на основному майданчику підприємства. Ремонтно-механічна майстерня поєднує в собі слідувачі ділянки:
  - технічного обслуговування ТО;
  - технічного обслуговування ТО2;
  - акумуляторна дільниця;
  - мідницька дільниця;
  - зварювальна дільниця; - токарна дільниця.

**2. відділ головного механіка:**

- ділянка з ремонту силового електрообладнання.

**3. АЗС.**

Включає **склади паливно-мастильних матеріалів** (ємності для зберігання бензину, дизпалива, моторних та трансмісійних мастил), та АЗС.

**Перелік сировини та матеріалів, що використовуються на підприємстві**

При експлуатації автотранспортного парку (основне виробництво), та допоміжними виробництвами використовуються такі матеріали та сировина:

- **бензин;**
- **дизпаливо;**
- **моторні та трансмісійні масла та мастила;**
- **батареї свинцеві;**
- **масляні, паливні та повітряні фільтри;**
- **шини з металокордом;**
- **гальмові колодки;**
- **прокат сортовий;**
- **електроди;**
- **карбід кальцію;**
- **фарба;**
- **абразивні круги;**
- **люмінесцентні лампи та лампи розжарювання; - тара для складування матеріалів, запчастин та рідини; - запасні частини:**
- прокладки азбестові, парафітові та гумові;

- лампи автомобільні;
- лобове армоване скло та скло фар;
- втулки бронзові;
- пластмасові ;
- сталеві запчастини;
- запчастини з алюмінію та інше.

**Основні види відходів, які будуть утворюватися на даних ділянках. При експлуатації техніки утворюються такі відходи:**

1. батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані;
2. електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований ;
3. шини відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені (з металокордом);
4. масла моторні зіпсовані або відпрацьовані;
5. масла трансмісійні зіпсовані або відпрацьовані;
6. матеріали фільтрувальні відпрацьовані ( фільтри масляні відпрацьовані);
7. матеріали фільтрувальні відпрацьовані ( фільтри повітряні відпрацьовані);
8. матеріали фільтрувальні відпрацьовані ( фільтри паливні відпрацьовані);
9. матеріали обтиральні забруднені;
10. масний пісок
11. комунальні відходи.

***При технічному обслуговуванні утворюються відходи:***

1. батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані;
2. електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований ;
3. шини відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені (з металокордом);
4. масла моторні зіпсовані або відпрацьовані;
5. масла трансмісійні зіпсовані або відпрацьовані;
6. масло індустріальне зіпсоване або відпрацьоване;
7. брухт металевий;
8. вироби та матеріали гумові зіпсовані або відпрацьовані;
9. склобій скла армованого;
10. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;
11. комунальні відходи.

***Електро- та газозварювальна ділянка***

Роботи пов'язані з ремонтом ходової та кузовної частин автомобілів, а також дрібні побутові потреби. Електрозварювальні роботи виконуються з застосуванням здебільшого електродів типу АНО-4. Газозварювальні роботи – із застосуванням ацетиленових газових генераторів (карбід кальцію). У процесі проведення ремонтних електро- та газозварювальних робіт утворюються відходи:

1. відходи, одержані у процесах зварювання (відходи електродів);
2. відходи, одержані у процесах зварювання ( мул карбіду );
3. брухт чорних металів( круги відрізні, заточні, сверла, ножовочне полотно);
4. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;
5. комунальні відходи;
6. матеріали абразивні та вироби з них зіпсовані або забруднені; 7. лом комбінований;
8. відходи азбесту.

***Токарний цех***

Роботи пов'язані з виготовленням деталей ходової та кузовної частин автомобілів, а також дрібні побутові потреби на верстатах ДИП-300, 1К-62. Характерні відходи технологічних операцій:

1. ошурки та стружка токарна металів чорних;
2. ошурки та стружка токарна металів кольорових;
3. відходи механооброблення (пил абразивно-металевий);
4. матеріали абразивні та вироби з них зіпсовані або забруднені (шліфувальні круги відпрацьовані);
5. розчин емульсолу (СОЖ);
6. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані; 7. комунальні відходи; 8. відходи електродів. **Шиномонтажне відділення**

В приміщенні шиномонтажного відділення виконуються роботи по шиномонтажу, вулканізації автомобільних камер з застосуванням електровулканізаторів, незначний ремонт шин та їх відбракування. При виконанні цих робіт утворюються наступні відходи:

1. пил абразивний;
2. матеріали абразивні та вироби з них зіпсовані або забруднені (шліфувальні круги відпрацьовані);
3. вироби та матеріали гумові зіпсовані або відпрацьовані (гума технічна);
4. шини відпрацьовані, пошкоджені чи забруднені (з металокордом);
5. шлам мийки;
6. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;
7. комунальні відходи. **Відділення по ремонту паливної апаратури**

Виконуються роботи по очищенню, ремонту та налагоджуванню карбюраторів, паливних насосів високого тиску (ПНВТ) та розпилувальних форсунок дизельних ДВЗ. Характерні відходи виробництва:

1. матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені (промаслене ганчір'я);
2. пісок забруднений нафтопродуктами (масний пісок);
3. брухт кольорових металів дрібний інший;
4. шлам мийки;
5. відпрацьовані нафтопродукти
6. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;
7. комунальні відходи. **Дільниця по ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ)**

Капітальний та дрібний ремонт ДВЗ пов'язаний з зовнішнім та внутрішнім миттям двигунів, заміною циліндро-поршньової групи, проточкою колінвалів, хонінгуванням гільз та іншими технологічними процесами. При виконанні технологічних операцій утворюються відходи: 1. шлам мийки;

2. брухт кольорових металів;
3. брухт металевий (брухт чорних металів);
4. ошурки та стружка токарна металів чорних;
5. ошурки та стружка токарна металів кольорових;
6. матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені (промаслене ганчір'я);
7. пісок забруднений нафтопродуктами (масний пісок);
8. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;
9. комунальні відходи.

**Акумуляторне відділення**

В приміщенні акумуляторного відділення виконуються роботи по обслуговуванню автомобільних кислотних акумуляторів. Технологічний процес обслуговування акумуляторів включає підзарядку, в разі потреби, заміну електроліту в акумуляторах, що перебувають у роботі, а також приготування та залив електроліту в нові сухі акумулятори, з подальшою їх зарядкою.

При роботах утворюються відходи:

1. *батареї свинцеві зіпсовані або відпрацьовані;*
2. *електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований ;*
3. *тара скляна використана (від сірчаної кислоти);*
4. *лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;*
5. *комунальні відходи;*
6. *відходи деревини **Склад паливно-мастильних матеріалів (ПММ) та АЗС***

Паливно-мастильні матеріали (бензин, дизпаливо, моторні та трансмісійні масла та мастила) зберігаються на складі ПММ як в підземних, так і надземних ємностях. Відпуск бензину, дизпалива та моторних мастил проводиться заправними колонками через пістолети на АЗС безпосередньо в баки та агрегати автотранспорту. Відпуск трансмісійних мастил проводиться прямо з ємностей через зливні вентиля в мірну тару. Поповнення нафтопродуктами проводиться шляхом доставки їх із нафтобаз автобензовозами та перекачуванням насосами бензовозів через заливні горловини у відповідні ємності для зберігання.

При плановому очищенні ємностей (для зберігання ПММ) від осаду з водою та твердого шламу (очищення ємностей від осаду з водою виконується два рази на рік, а від твердого бруду та шламу – один раз на два роки) утворюються відходи нафтопродуктів та нафтошлами, які перекачуються у спеціальні ємності, для зберігання відпрацьованих моторних мастил, а далі автотранспортом вивозяться за межі території підприємства і передаються іншом підприємствам на утилізацію, а нафтошлами вивозяться на міське звалище. У результаті діяльності на складі ПММ та АЗС утворюються такі відходи:

1. *пісок забруднений нафтопродуктами (масний пісок);*
2. *залишки очищення резервуарів для зберігання, що містять нафтопродукти (нафтошлами);*
3. *тара пластикова від мастил, масел;*
4. *лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані;*
5. *комунальні відходи;*
6. *матеріали обтиральні забруднені;*
7. *відходи деревини **Фарбувальне відділення***

В фарбувальному відділенні виконуються фарбувальні роботи зовнішніх кузовних частин автомобілів здебільшого в передтехоглядовий період, а також після їх ремонту. Нанесення фарби проводиться методом пневморозпилювання. В основному використовуються фарби типу ПФ.

У фарбувальному відділенні при виконанні технологічних операцій утворюються відходи:

1. *тара металева використана (від фарб, ґрунтовок);*
2. *тара скляна використана та бій скла (від оліфи, розчинників);*
3. *відходи механооброблення (наждачний папір);*
4. *залишки фарб, що не придатні до використання за призначення*
5. *лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані.*

6. комунальні відходи;
7. матеріали обтиральні забруднені;
8. відходи деревини **Мідницька діляниця**

В приміщенні мідницької діляниці виконуються роботи по ремонту автомобільних радіаторів та калориферів. Пайка радіаторів та калориферів виконується з застосуванням олово-свинцевих припоїв, розігрівання паяльників – відкритим вогнем паяльних ламп. Відходи технологічних операцій включають:

1. брухт кольорових металів;
2. шлам мийки;
3. лампи люмінесцентні та відходи, які містять ртуть, зіпсовані або відпрацьовані.
4. комунальні відходи;
5. матеріали обтиральні забруднені;
6. відходи механооброблення (наждачний папір); 7. лом комбінований.

### **3.2 Вихідні дані для розрахунків**

За вихідні дані для розрахунків були взяті величини фактичні витрати сировини та основних матеріалів виробничих підрозділів автотранспортного підприємства попереднього року.

1. Батереї свинцеві відпрацьовані
2. Електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований

№ варіанту	Тип акумулятора	Кількість акумуляторів, що замінені в розрахунковому періоді, шт.	Вага однієї акумуляторної батареї без електроліту, кг	Об'єм електроліту одного акумулятора, л
а	6СТ-55	5	18,8	3,6
	6СТ-60	10	19	4,0
б	6СТ-75	2	25	5,0
	6СТ-90	11	28	6,0
в	6СТ-132	15	41	8,0
	6СТ-180	31	50	10,5
г	6СТ-190	20	58	12,0
	6СТ-90	16	28	6,0
д	6СТ-180	18	50	10,5
	6СТ-60	15	19	4,0

3. Лампи люмінесцентні відпрацьовані

№ варіанту	Тип установлені лампи	Кількість установлених ламп даного типу, шт., $n_j$	Середньорічна тривалість роботи однієї лампи даного типу, годин, $N_{\text{баз}}$	Середня паспортна тривалість роботи лампи даного типу, годин, G
а	ЛБ 36	45	1750	15000
	ЛБ 40	65	1750	15000
б	ЛБ 20	48	1750	15000
	ЛБ 80	30	1750	15000
в	ЛБ 36	38	1750	15000
	ЛБ 80	40	1750	15000

г	ДРЛ-250	10	3000	15000
	ЛБ 40	40	1750	15000
д	ЛБ 40	80	1750	15000
	ДРЛ-400	60	3000	15000

#### 4. Масла відпрацьовані

№ варіанту	Зитрати пального, т/рік		
	Бензин	Дизпаливо	Газ
а	1400,9	453,6	145,3
б	1526,5	1598,2	125,9
в	1052,3	1100,2	100,5
г	845,9	968,5	852,3
д	1168,5	1184,2	302,4

На 100 л. бензину та газу потрібно 2л. масел, на дизельне пальне – від 3 л, 40% яких іде у відхід для масла моторного, 30% для масел трансмісійних, 18% для масла індустріального відпрацьованого. (К=0,4 для моторних, 0,3 для трансмісійних, 0,18 для індустріальних).

#### 5. Матеріали обтиральні

Кількість автомобільної техніки на АТП

Марка автомобіля	Заріант, шт.				
	а	б	в	г	д
Вольво	12	13	5	20	18
ИКАРУС280,260	10	23	20	14	11
ИКАРУС 250,256	20	10	13	12	13
ЛАЗ-695	40	12	50	23	63
Лаз 52523	2	15	23	20	10
Лаз а-171,А-173,а-1413	1	3	5	2	3
Лаз 6206,6205	2	2	1	5	3
ЛИАЗ-677	2	3	5	8	6
ЛИАЗ МГ	1	5	2	3	4
ПАЗ-672	23	5	12	23	10
КАВЗ	1	5	2	12	2
УРАЛ-4320	1	5	4	3	3
МАЗ 5334	2	1	2	2	2
РАФ,УАЗ	1	4	2	1	2
ГАЗ 3110	2	2	3	1	1
ГАЗ 2411	1	1	1	1	1
М 2140	2	2	4	1	1
ГАЗ 5201, 52, 5227	2	3	1	2	3
ЗІЛ	3	2	3	5	3

#### 6. Масний пісок

Виробничий підрозділ	Кількість техніки чи об'єктів, шт	Норма утворення піску масного, кг

- вантажні автомобілі		30,0
- автобуси		15,0
- легкові автомобілі		15,0
Автозаправочна станції:		
- пости;	3	10,0
- ємності (осереднені значення):	4	15,0

#### 7. Комунальні відходи

	№ варіанту					Коеф. утворення відходу
	а	б	в	г	д	
Кількість працюючих	545	600	450	300	400	0,3
Площа території вільна від забудови	3,18	2,15	4,23	2,56	3,54	0,012
Площа території під забудовою	2,14	1,2	1,03	2,3	2,1	0,07

#### 8. Фільтри масляні, повітряні та паливні відпрацьовані

№п/п	Тип двигуна	Пробіг за рік, км				
		а	б	в	г	д
1	бензиновий	2156050	3256658	2568923	4562356	4155078
2	Дизельний	3124256	1587925	2156234	4512634	3134824
3	Газовий	852364	561256	568912	851264	718776

#### 9. Шини відпрацьовані

Марка автомобіля	Кількість шин на одному а/м, $n_{ш}$ , шт.	Пробіг а/м до ремонту шин одного а/м, км, $L_1$	Сумарний пробіг а/м за рік, $L_a$ , км	Вага однієї шини, $Q_{ш}$ , кг
<b>РАФ, УАЗ</b>	7	35000	30543	9,7
<b>МАЗ 5334</b>	9	65000	14073	56,0
<b>ПАЗ-672</b>	7	80000	25253	36,0
<b>ЗІЛ</b>	7	80000	131662	43,0
<b>Вольво</b>	7	65000	19337	60,0
<b>КАВЗ</b>	5	80000	35015	36,0
<b>ГАЗ 2411</b>	5	85000	664	27,0

<b>ГАЗ 3110</b>	7	35000	50068	36,0
<b>ГАЗ 5201, 52, 5227</b>	7	35000	228379	27,0
<b>М 2140</b>	7	80000	144	100,0
<b>ЛИАЗ-677, ЛИАЗ МГ</b>	5	85000	1779	100,0
<b>ЛАЗ-695; Лаз 52523; Лаз а-171,А- 173,а1413; Лаз 6206,6205</b>	7	70000	182292	51,0
<b>УРАЛ 4320</b>	5	65000	6497	78,0
<b>Ікарус</b>	7	70000	6165	56,0

#### 10. Електроди відпрацьовані

Марка електроду	№ варіанту				
	а	б	в	г	д
Електроди АНО – 4 та зварювальний дріт	1590,5	1200	1002,6	589,2	862,3

#### 11. Мул карбіду

Коефіцієнт утворення відходу 2%.

Фактично утворено карбіду за попередній рік, кг	а	б	в	г	д
		85	52	103	86

#### 12.Круги абразивні відпрацьовані та абразивно – металевий пил.

Вид матеріалу	Кількість кругів шліфувальних, шт				
	Круги шліфувальні (відрізні)	37	20	16	25

#### 13. Металобрухт

Металобрухт визначається за фактичними даними.

Назва запчастин	Кількість, шт	Вага , кг	Вид відходу
<b>Барабани гальмові</b>	<b>2</b>	<b>12,0</b>	<b>Брухт чорних металів</b>
<b>Бак паливний</b>	<b>1</b>	<b>6,0</b>	— // —
<b>Венець маховика</b>	<b>3</b>	<b>36,0</b>	— // —

Вкладиші ЗИЛ	11	5,6	— // —
Вижимні підшипники	4	1,6	— // —
Підшипники	194	116,4	— // —
Підшипники важкі	6	30,0	— // —
Вал первинний	2	56,0	— // —
Вал проміжний	1	22,0	— // —
Вал карданний	2	58,0	— // —
Опора валу	1	5,0	— // —
Глушник	12	72,0	— // —
Головка блоку	6	216	— // —
Диск колеса	13	57,2	— // —
Диск ведучий	9	36,0	— // —
Двері	3	50,0	— // —
Круги відрізні	105	52,5	— // —
Комплекти клапанів	10	16,0	— // —
Крестовина	4	2,8	— // —
Шестерні	6	15,0	— // —
Хомути	150	2,0	— // —
Ротор	2	15,0	— // —
Кільця поршнів	4	2,4	— // —
К-т поршнів	6	10,8	— // —
Корзина зчеплення	3	13,2	— // —
Крило	1	8,0	— // —
Лонжерон	3	15,0	— // —
Накінцевник	4	3,0	— // —
Напіввісь	2	2,0	— // —
Ціпок УРАЛ	1	10,0	— // —
Кришка стартера	3	3,0	— // —

Крім того, підприємство АТП провело списання відпрацьованих автобусів (100 тонн)

**Стружка чорних металів** Відходи стружки чорних металів, визначені за матеріалами інвентаризаційної відомості матеріалів, в залежності від фактичного використання матеріалів чорних металів, і у попередньому році склали 7,5 тонн. Процент виходу відходів в залежності від складності виготовлення деталі та розміру заготовки прийнято на середньому рівні - 10%

#### **Стружка кольорових металів**

Фактично у попередньому році використано матеріалів кольорових металів 1832,2 кг. Процент виходу відходів в залежності від складності виготовлення деталі та розміру заготовки прийнято на середньому рівні - 10%.

14 Наждачний папір. Коефіцієнт використання = 20 – 30%

Фактично використано	а	б	в	г	д
	70	49	56	30	120
наждачного паперу, кг					

15. Відходи деревини

Вид відходу	Об'єм переробленої деревини, м <sup>3</sup> , в залежності від варіанту	Щільність деревини, т/м <sup>3</sup>	Відносна кількість утворення відходів, %
Кускові відходи	а – 55,113	<b>0,6</b>	18,0
Стружка і тирса	б – 40,8 в – 76,56 г – 45,3 д – 11,21		5,0 -7,0

16.Склобою армованого фактично 623,18кг

17. Відходи азбесту фактично склали

К-т гальмових колодок	<b>3</b>	<b>1,0</b>	Матеріали азбестові відпрацьовані
Накладки гальмові	<b>46</b>	<b>2,5</b>	Матеріали азбестові відпрацьовані

18. Відходи гуми фактично склали

К-т патрубків	<b>5</b>	<b>5,0</b>	Гума технічна
Прокладки	<b>39</b>	<b>2,0</b>	— // —
К-т прокладок	<b>5</b>	<b>1,0</b>	— // —
Шланги	<b>44</b>	<b>9,0</b>	— // —
Патрубки	<b>9</b>	<b>1,0</b>	— // —
Паси клинкові	<b>10</b>	<b>1,0</b>	— // —
Ущільнювачі	<b>6</b>	<b>6,0</b>	— // —
Ремні	<b>80</b>	<b>15,0</b>	— // —

19. Лом комбінований

Гальмові циліндри	<b>13</b>	<b>4,0</b>	Лом комбінований
Амортизатор	<b>37</b>	<b>75,0</b>	— // —
Автолампи	<b>334</b>	<b>10,0</b>	— // —
Катушка запалювання	<b>8</b>	<b>6,4</b>	— // —
Кришка розподільвача запалювання	<b>5</b>	<b>2,2</b>	— // —
Розподільвач запалювання	<b>2</b>	<b>0,6</b>	— // —
Реле	<b>3</b>	<b>1,2</b>	— // —
Накладка зчеплення	<b>2</b>	<b>1,0</b>	— // —
Свічки запалювання	<b>54</b>	<b>10,8</b>	— // —
Фари	<b>4</b>	<b>10,0</b>	— // —
Дзеркало	<b>6</b>	<b>4,0</b>	— // —

### 3.3 Розрахунки нормативів утворення відходів виробництва і споживання

Здобувачам необхідно визначити кількість відходів по видам, які утворилися на даній ділянці за рік.

#### Акумулятори відпрацьовані в зборі:

- батареї свинцеві відпрацьовані;
- електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований

Термін служби акумуляторних батарей складає від 24 до 28 місяців або 100000 км пробігу автомобіля.

Маса відходу "Батарей свинцеві відпрацьовані" обраховується за формулою:

$$Q_0 = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n G_i \cdot n_i, \text{ [тонни], } 1000 \text{ i}$$

де  $Q_0^{AKB}$  - вага акумуляторів, що розраховуються як відхід, т;  $n_i$  – кількість акумуляторних батарей і-го типу що замінюються, шт.;  $i$  – кількість типів акумуляторних батарей, що замінюються,  $i=1, 2, \dots, n$ ;  $G_i$  – маса однієї акумуляторної батареї, кг.

При визначенні нормативу утворення відходу "Електроліт із батарей та акумуляторів відпрацьований" користуємося формулою:

$$V_o^e = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n V_i \cdot n_i, \text{ [тонни],}$$

де  $V_o^e$  - вага електроліту із акумуляторної батареї, що розраховується як відхід, т;

$V_i$  - об'єм електроліту з одного акумулятора, л;

$\rho^e$  - питома вага електроліту, кг/л ( $\rho^e=0,4$ ).

### Лампи люмінесцентні відпрацьовані

Результати розрахунків утворення кількості відпрацьованих ртутьвміщуючих (люмінесцентних) ламп визначають за даними фактичного використання ламп в звітному році відповідно з матеріалами інвентаризації.

Кількість ламп, що вводяться в експлуатацію замість відпрацьованих ( $n_{відпр}$ ):  $n_{відпр}$

$$= n_j \cdot (H_{баз} / G)$$

$n_j$  - кількість установлених ламп даного типу, шт.;

$H_{баз}$  - середньорічна тривалість роботи однієї лампи даного типу, годин;  $G$

- середня паспортна тривалість роботи лампи даного типу, годин. Масла

### відпрацьовані

Витрати *масла моторного* і його відходи розраховуються за наступною формулою:  $Q_0$

$$= 1/1000 \cdot K \cdot (K_{рб} \cdot G_б + K_{рд} \cdot G_д + K_{рг} \cdot G_г) \cdot \gamma, \text{ т}$$

де  $Q_0$  - кількість масла моторного, що розраховується як відхід, т;

$K$  – коефіцієнт відпрацьованого масла ( $K=0,4$ );

$K_p$  – коефіцієнт визначення витрати масла: для бензину та газу  $K_{рб}=0,02$ ; для дизельного палива  $K_{рд}=0,03$ ;

$G_б$  – витрати бензину за розрахунковий період, т/рік;

$G_д$  – витрати дизельного палива за розрахунковий період, т/рік;

$G_г$  – втрати газового палива, т/рік;

$\Gamma$  – питома вага масла (0,92)

На 100 л бензину потрібно 2 л. масел, на дизельне пальне – від 3 л., 40 % яких йде у відхід.

При розрахунку відходу "Масла трансмісійні відпрацьовані" – прийнято коефіцієнт відпрацьованого масла 0,3.

При розрахунку відходу "Масла індустриальні відпрацьовані" – прийнято коефіцієнт відпрацьованого масла 0,18.

**Фільтри масляні, повітряні та паливні відпрацьовані** Розрахунок величини відходу ( $Q_{\phi}$ ) виконується за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{10001 \cdot L_g \cdot L_k \cdot P_1(P_2, P_3)}{N \cdot P_1(P_2, P_3) + N} \text{ , т,}$$

де  $L_g$  – пробіг автомобілів з дизельним двигуном, км;

$L_k$  – пробіг автомобіля з карбюраторним двигуном (газовим і бензиновим) км;

$P_1$  – вага масляного фільтра, кг. При відсутності паспортних даних приймаємо  $P_1=0,65$  кг;

$P_2$  – вага повітряного фільтра, кг. При відсутності паспортних даних приймаємо  $P_2=0,35$  кг;

$P_3$  - вага паливного фільтра, кг. При відсутності паспортних даних приймаємо  $P_3=0,15$  кг;

$N$  – норма пробігу автомобіля для заміни фільтра, км.

При відсутності нормативних даних приймаємо  $N=7000$  км.

Розрахунковий норматив відпрацьованих повітряних фільтрів за даними 2001 року визначається за формулою:

$$Q_{\phi} = 10001 \cdot \frac{L_g}{7000} \cdot 0,35 + \frac{L_k}{7000} \cdot 0,35 \text{ , т}$$

Розрахунковий норматив відпрацьованих масляних фільтрів за даними 2021 року визначається за формулою.

$$Q_{\phi} = 10001 \cdot \frac{L_g}{7000} \cdot 0,65 + \frac{L_k}{7000} \cdot 0,65 \text{ , т}$$

Розрахунковий норматив відпрацьованих паливних фільтрів за даними 2021 року визначається за формулою.  $Q_{\phi} = 10001 \cdot \frac{L_g}{7000} \cdot 0,15 + \frac{L_k}{7000} \cdot 0,15 \text{ , т}$ .

## **Шини автомобільні**

### **відпрацьовані**

Розрахунок утворення відпрацьованих шин слід проводити окремо по кожній із марок автомобіля за формулою і подавати у вигляді таблиці 3.2.

$$Q_0 = 10 \sum_i (L_{ia}^i \cdot n_{ui} \cdot Q_{ui} \cdot n^i), \text{ т,}$$

де  $Q_0$  - кількість відпрацьованих шин за рік, т;

$L_a^i$  - пробіг автомобіля і-тої марки за рік, км;

$L_{ui}^i$  - пробіг автомобіля до зміни шин (дивись норми експлуатаційного пробігу автомобільних шин), км;

$n_{ui}^i$  - кількість шин на автомобілі і-тої марки, шт.;

$Q_{ui}^i$  - вага однієї шини автомобіля і-тої марки, кг;

$n^i$  - кількість автомобілів і-тої марки, шт.;  $i$  –

кількість марок автомобілів.

### Відходи комунальні змішані

Розрахунок нормативного відходу ( $Q_e^{BK}$ ) виконується за формулою:

$$Q_{ОВК} = \sum_{ТПВ} V_a, \text{ т,}$$

де  $\sum_{ТПВ}$  - питома вага сміття, т. ,  $\sum_{ТПВ} = 0,3 \text{ т/м}^3$ ;

$V_a$  – обсяг утворених відходів,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;

1.Обсяг відходів, розрахований від кількості працюючих:

$$V_a = n \cdot k, \text{ м}^3/\text{рік,}$$

де  $n$  - кількість працюючих.

$$n = 545 \text{ чол.}$$

$k$  – коефіцієнт утворення відходу,  $k = 0,3 \text{ м}^3$  на одного працюючого.

$$V_a = 0,3 \cdot 545 = 163,5 \text{ (м}^3/\text{рік)}$$
 Величина відходу згідно формули (5.7)

складає:

$$0,3 \cdot 163,5 = 49,05 \text{ (т);}$$

2.Обсяг відходів розрахований від прибирання території (при площі території вільної від забудови 3,18 га:

$$0,3 \cdot 3180 \cdot 0,012 = 11,45 \text{ (т);}$$

0,3 – питома вага сміття;

0,012 – коефіцієнт утворення вуличного сміття

### Матеріали обтиральні забруднені

Розрахунок кількості матеріалів обтиральних забруднених (масне ганчір'я) розраховується за формулою, тонн,

$$Q_{одр} = 1000 \sum U_{др} \cdot K,$$

де  $U_{др}$  – кількість використаного обтирального матеріалу (витрата ганчірки), кг, що йде на обслуговування однієї одиниці техніки, орієнтовно приймається  $5 \text{ кг } U_{др} = N \cdot 5$ ,

$N$  - загальна кількість автомобільної техніки, шт;

$K$  - коефіцієнт (норматив) промасленої ганчірки приймається  $K = 1,2$  (біля 20 % мастил).

### **Масний пісок**

Визначення загальної кількості утвореного масного піску на виробничих АТП проводиться із розрахунку норм утворення масного піску:

1) на одиницю автотранспорту:

- на вантажний автомобіль – 30 кг;

- на автобус – 15 кг;

2) на піст АЗС – 10 кг;

3) на резервуари (середньою ємністю ~ 25 ÷ 30 тис. літри) – 15 кг.

За фактичними даними кількість масного піску, утвореного в ході виробничої діяльності окремо за автоколонами, становить на території гаражу – 0,15 т;

### **Електроди відпрацьовані**

Розрахунок нормативу утворення відходу "Електроди відпрацьовані" виконуємо за формулою:

$$Q_{OEл} = \frac{m \cdot k}{1000} \cdot 1000, \text{ т,}$$

де  $Q_{OEл}$  – вага спрацьованих за звітний період електродів, т;

$m$  – загальна вага цілих електродів, у кг.

$k$  – коефіцієнт утворення відходу. При відсутності паспортних даних приймаємо  $k = 0,2$ ;

### **Круги абразивні спрацьовані та абразивно–металевий пил**

Розрахунок нормативу утворення відходу виконується за формулою:  $m = N \cdot 0,25 \cdot K$ ,

де  $m$  – залишкова вага відпрацьованих абразивних кругів, тонн;

$N$  – кількість відпрацьованих абразивних кругів, шт;

0,2 – 0,3 – середня початкова вага одного круга, кг (приймаємо 0,25);

$K$  – процент утворення відходу, що коливається в межах від 0,2 до 0,8 в залежності від типу круга та способу його кріплення на станку. В нашому випадку приймаємо  $K = 0,5$ .

При обробці металевих поверхонь шліфувальними кругами крім відпрацьованих абразивних кругів утворюється також абразивно–металевий пил. При розрахунку цього відходу приймаємо, що кількість металевого і абразивного пилу (за вагою) у відході однакова.

Розрахунковий норматив утворення відходу "Абразивно–металевий пил" визначається за формулою, тонн,

$$n = (P - m),$$

де  $P$  – загальна вага нових кругів, тонн;  $m$  – залишкова вага (утворення) відпрацьованих абразивних кругів, тонн.

### **Відходи деревини**

Розрахунок кількості відходів, що утворюються в ході обробки деревини (кругляку, дошки), проводиться, виходячи із об'єму переробленої деревини ( $M_{дер}$ ) і відносної кількості утворення відходів.

Маса переробленої деревини визначається як

$$M_{дер} = V_{дер} \cdot \rho_{дер}$$

де  $V_{дер}$  - об'єм одержаної та переробленої деревини;  $\rho_{дер}$   
= 0,6 т/м<sup>3</sup> - щільність деревини.

### **3.4 Розрахунок питомих нормативів утворення відходів**

Для розрахунку питомих нормативів утворення відходів необхідно раніш одержані значення нормативно допустимих обсягів утворення відходів основного і допоміжного виробництв віднести до 1000 км пробігу автотранспорту.

ще

### **3.5 Рух відходів**

Здобувачам необхідно розробити систему подальшого управління відходами.

Побудувати діаграми утворення і руху відходів. Визначити безпечність відходів за Постановою КМУ від 20 жовтня 2023 р. № 1102 Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів (Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 1711 від 24.12.2025 р). Привести коди відходів відповідно Національного переліку відходів <https://tax.gov.ua/data/files/311885.pdf>.

**МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра \_\_\_\_\_

**ЗАВДАННЯ**

на курсову роботу (проект)

Здобувачеві вищої освіти курсу \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_, спеціальності \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема

2. Строк здачі роботи (проекту) на кафедру – не пізніше \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

3. Перелік питань, що підлягають розробці:

Дата видачі завдання «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

Керівник курсової роботи \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис здобувача вищої освіти) (прізвище, ініціали)

МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра \_\_\_\_\_

КУРСОВА РОБОТА

«Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище»

Виконав здобувач вищої освіти ступеня

\_\_\_\_\_ курсу, \_\_\_\_\_ групи

ННІ АСЕ

очної форми навчання

Керівник \_\_\_\_\_

Полтава – 202 \_\_\_\_