

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

Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ КУРСОВОЇ  
РОБОТИ**

з дисципліни

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**



**Полтава – 2022**

Методичні рекомендації по виконанню курсової роботи з дисципліни “Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище” для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія // Уклад. М.С. Самойлік. – Полтава, 2022. – 24 стор.

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

Рецензент: д.с.-г.н., проф., завідувач кафедри захисту рослин Писаренко В.М.

**Розглянуто та схвалено** на засіданні кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, протокол від «2» вересня 2022 року № 1

**Схвалено та рекомендовано** до видання науково-методичною радою факультету агротехнологій та екології спеціальності – Екологія, протокол від «3» вересня 2022 року № 1

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
ТЕМАТИКА	5
ОПИС ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ТЕМИ	6
ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ	9
ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ	12
ОПИС ПРОЦЕДУРИ ЗАХИСТУ	20
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	22
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	23
ДОДАТКИ	24

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації до курсової роботи з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» відповідають освітньо-професійній програмі 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 спеціаліста еколога цілісної уяви відповідних знань та умінь щодо екологічного нормування та регулювання забруднення навколишнього середовища.

Виходячи із мети, основними завданнями курсової роботи є:

Закріплення та поглиблення знань, отриманих під час вивчення курсу "Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище " до проведення процедури ОВД (ОВНС), інвентаризації джерел викидів забруднюючих речовин та порядку видачі дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами; інвентаризації відходів на підприємстві та розробка технічного паспорту відходу; порядку нормування в сфері поводження з джерелами іонізуючого випромінювання (ДІВ); проведення процедури отримання дозволів на спеціальне водокористування; розробка проектів ГДВ; складання паспортів місць видалення відходів.

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.

## 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».*

✓ Складання звіту з ОВД (ОВНС) для підприємства (назва підприємства уточнюється з викладачем);

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

✓ Розробка регламенту періодичного скидання зворотних вод;

✓ Розробка звіту по інвентаризації відходів для певного підприємства (назва підприємства уточнюється з викладачем);

✓ Складання звіту з стратегічної екологічної оцінки для певного ДДП;

✓ Розробка паспорту місця видалення відходів;

✓ Розробка проекту відновлення техногенно забруднених земель;

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

✓ Розробка документації щодо нормування акустичного забруднення довкілля;

✓ Розробка первинної документації щодо нормування в сфері охорони атмосферного повітря;

✓ Розробка первинної документації щодо нормування в сфері охорони водного середовища;

✓ Розробка первинної документації щодо нормування в сфері охорони ґрунтів;

## ОПИС ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ТЕМИ

Тема курсової роботи може бути 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 першої виробничої практики чи темою дипломної 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 Завданням за здобувачем вищої освіти (додаток А). 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).

## ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

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

- титульний аркуш – 1 стор. за формою наведеною в додатку Б;
- завдання на виконання – 1 стор. за формою наведеною в додатку А;
- лист оцінювання – 1 стор. за формою наведеною в додатку В;
- зміст -1 стор;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів – 1 стор (не обов'язково);
- вступ – 1 – 2 стор;
- основна частина – 15 - 20 стор;
- висновки та рекомендації – 1 –2 ст;
- список використаних джерел; – 1-2 ст.
- додатки (при необхідності).

*Здобувачам вищої освіти рекомендується (може змінюватися) такий орієнтовний зміст курсової роботи:*

**Можливі зміни змісту залежно від особливостей теми (узгоджується з викладачем).**

### **ЗМІСТ (при проведенні інвентаризації викидів)**

ВСТУП

Відомості про підприємство

ОСНОВНА ЧАСТИНА.

1. Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин.

2. Зведені дані санітарно-технічного обстеження джерел викидів забруднюючих речовин

3. Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

3.1 Характеристика джерел викидів забруднюючих речовин

Таблиця 6.1. Характеристика роботи газоочисних установок 32

3.2. Характеристика викидів забруднюючих речовин від основних виробництв

4. Висновки та рекомендовані заходи по експлуатації і наладці технологічного обладнання та газоочисного обладнання

Література.

Додатки.

### **ЗМІСТ (при проведенні інвентаризації відходів)**

ВСТУП.

Основні терміни і визначення

Основні положення інвентаризації промислових і побутових відходів

Нормативна база

ОСНОВНА ЧАСТИНА.

1. Характеристика підприємства

2. Визначення переліку відходів виробництва

3. Визначення гранично допустимого обсягу утворення промислових і побутових відходів

4. Визначення необхідності внесення до реєстру об'єктів утворення відходів (оув)

5. Рекомендації щодо удосконалення системи поводження з відходами

6. Зведена таблиця результатів інвентаризації відходів виробництва

7. Характеристика відходів відповідно до дк 005-96

Висновки.

Література.

Додатки.

## **ЗМІСТ (при розробці звіту ОВД/ОВНС)**

### **ВСТУП**

Загальна оцінка впливу об'єкта проектування на довкілля

### **ОСНОВНА ЧАСТИНА.**

1. Перелік заходів щодо запобігання та зниження можливого негативного впливу запланованої господарської діяльності на довкілля і раціонального використання природних ресурсів в період будівництва та експлуатації об'єкта
2. Заходи по збору, використанню, знешкодженню, транспортуванню та розміщенню небезпечних відходів
3. Заходи з охорони та раціонального використання земельних ресурсів та ґрунтового покриву, в тому числі заходи з рекультивації порушених або забруднених земельних ділянок та ґрунтового покриву
4. Заходи з охорони надр
5. Заходи по охороні рослинного і тваринного світу
6. Програма виробничого екологічного контролю (моніторингу) за характером зміни всіх компонентів екосистеми при будівництві та експлуатації об'єкта, а також при аваріях
7. Заходи щодо мінімізації виникнення можливих аварійних ситуацій на об'єкті капітального будівництва та наслідків їх впливу на екосистему регіону
9. Перелік і розрахунок витрат на реалізацію природоохоронних заходів і компенсаційних виплат

Висновки

Література

Додатки

## **ЗМІСТ (при розробці регламенту періодичного скидання зворотних вод)**

### **ВСТУП**

Загальні положення

Характеристика водного об'єкта

### **ОСНОВНА ЧАСТИНА**

1. Характеристика стічних вод
2. Визначення режиму скидання стічних рибогосподарських вод
3. Контроль якості стічних вод при скиданні із водних об'єктів
4. Заходи щодо покращення якості води
5. Порядок дій та відповідальність водокористувача при невиконанні вимог регламенту

Висновки

Література

Додатки



**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.

*Актуальність* є критерієм вибору теми, що спрямована на вирішення важливої екологічної проблеми чи задачі. Крім того, актуальність підтверджує необхідність подолання протиріччя практики: треба «щось» зробити (побудувати, вирішити), але немає «чим» (немає інструменту, методу, технології). Фактично актуальність — це відповідь на питання: «Які наукові результати потрібні певній галузі екології?».

*Об'єкт досліджень* – процес або явище, що породжує проблемну екологічну ситуацію (протиріччя) у загальній сфері компетенції бакалавра (еколога). Один об'єкт може бути предметом багатьох досліджень.

*Предмет* – вивчення певної сторони об'єкта, його властивостей та галузі застосування, що досліджуються (фактично формує тему курсової роботи).

*Мета* – запланований конструктивний результат, що дозволяє створювати суспільно корисний продукт з кращими показниками якості. Мета будь-якої наукової праці — визначення нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або уточнення відомих раніше, але недостатньо вивчених.

*Задача* досліджень визначається після формулювання мети та спрямована на виявлення зазначених у меті завдань. Назва задачі досліджень визначається предметом та метою.

*Вибір методу вирішення задачі.* Рішення наукової задачі утворюється шляхом вивчення існуючих наукових методів та конкретизації методу її розв'язання. Рішення наукової задачі не слід ототожнювати з результатом рішення.

*Метод* – це сукупність прийомів або операцій, що підпорядковані вирішенню конкретної задачі. Це знання, що втілює відповідну теорію та пропонує відповіді на питання: «Що?», «Чому?», «Після чого?» і «Коли?» Метод у науці використовується заради отримання результату, але й сам по собі відіграє вирішальну роль. Рішення поставлених задач можуть бути підпорядковані встановленню нових закономірностей, побудові на їх основі моделей, що стають передумовою створення певних засобів.

**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 вирішенні 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.

Доцільно використовувати таку термінологію

- формалізовано;
- використано метод..., що полягає у ...;
- виявлена (отримана) залежність між ....;
- досліджена поведінка ... та показано, що ...;
- доопрацьовано ... в частині ... та розповсюджено ..... ;
- проаналізовано концепцію або запропонований підхід, що узагальнює ...

та розвиває ...;

- досліджено ефект ...;
- на основі отриманих результатів;
- обґрунтовано способів підвищення рівня екологічної безпеки;
- проаналізовано й обґрунтовано схеми і запропоновано (рішення або засіб);
- наводиться оцінка;
- запропонованого рішення.
- розглядаються природоохоронні заходи;
- спрямовані на поліпшення екологічної ситуації або підвищення екологічної безпеки чи зниження рівня екологічної небезпеки на територіях, що знаходяться під впливом.

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

1) в спеціалізованих організаціях, структурних підрозділах підприємств (наприклад, на збагачувальній фабриці, у санітарно-промисловій лабораторії, відділі з рекультивації земель, Державної служби з питань безпечності харчових продуктів та захисту прав споживачів, екологічних інспекціях),

2) в структурних підрозділах Міністерства екології та природних ресурсів України, 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),

б) 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 ВИСНОВОК**ах 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.

## ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

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). Роботу виконують машинним способом на одному боці аркуша білого паперу. Текст слід друкувати, додержуючись таких розмірів берегів: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм. Абзацний відступ повинен бути однаковим 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). Дробі 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 переносячи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і бокових.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або бокових замінити 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 виносков – окрема для кожної сторінки.

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

Текст виносков вміщують під таблицею або в кінці сторінки й відокремлюють від таблиці або тексту лінією довжиною 30-40 мм, проведеною в лівій частині сторінки. Текст виносков 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.

#### **Приклад**

“Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$$

де  $M_1, M_2$  – математичне очікування;

$\sigma_1, \sigma_2$  – середнє квадратичне відхилення міцності та навантаження

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.

#### **Приклад**

$$f_1(x, y) = S_1 \text{ і } S_1 \leq S_{1max} ,$$

$$f_2(x, y) = S_2 \text{ і } S_2 \leq S_{2max} .$$

## **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.

### **Приклад**

Цитата в тексті: «... у загальному обсязі робочого часу частка інформаційної роботи перевищує 70 % [6]1)».

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 (дійсуючий стандарт в Україні)

### **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)

– перша формула додатка А.

Якщо в додатку одна ілюстрація, одна таблиця, одна формула, одне рівняння, їх нумерують, наприклад, рисунок А.1, таблиця А.1, формула (В.1).

В посиланнях у тексті додатка на ілюстрації, таблиці, формули, рівняння рекомендується писати: «... на рисунку А.2 ...», «... на рисунку А.1 ...» – якщо рисунок єдиний у додатку А; «... в таблиці 5.3 ...», або «... в табл. Б.3 ...»; «... за формулою (В.1) ...» в «... у рівнянні (Г.2) ...».

Переліки, примітки і виноска в тексті додатка оформлюють і нумерують відповідно до вимог 7.7, 7.8, 7.9.

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 виноска повинні бути аналогічними прийнятим у основній частині звіту. Перед номером цитати і відповідним номером у переліку посилань і виносках ставлять позначення додатка.

## 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 оцінки курсових робіт.

### Результати оцінювання курсової роботи (проекту)

Параметр оцінювання (рекомендований діапазон оцінки в балах)	Результат оцінювання
<b>1. Пояснювальна записка (до 18 балів)</b>	
1.1 Обґрунтування актуальності обраної теми роботи, формування мети, завдання, об'єкта та предмета дослідження (0-2)	
1.2 Відповідність змісту курсової роботи (проекту) темі та затвердженому плану (0-2)	
1.3 Ступінь розкриття теоретичних аспектів проблеми обраної для дослідження та глибина і якість аналізу теоретичного матеріалу (наявність критичних узагальнень різних підходів до постановки і вирішення проблеми відповідно до теми курсової роботи (проекту), коректність використання понятійного апарату, посилання, цитування (0-3)	
1.4 Якість практичного дослідження та його детальний аналіз з використанням наукових методів (аналітичних, статистичних, методів моделювання тощо) та новітніх інформаційних джерел (0-7)	
1.5 Науковий підхід до виявлення проблем та обґрунтованість рекомендаційної (проектно-рекомендаційної) частини, практична значущість висновків відповідно до досліджуваної теми (0-4)	
<i>Разом</i>	
<b>2. Ілюстративна частина (до 6 балів)</b>	
2.1 Ілюстративність курсової роботи (проекту) (наявність та відповідність діючим стандартам таблиць, графіків, схем та	

списку використаних джерел) <b>(0-4)</b>	
2.2 Відповідність оформлення курсової роботи (проекту) встановленим вимогам і дотримання графіку виконання <b>(0-2)</b>	
<i>Разом</i>	
Загальна кількість балів за виконання курсової роботи (проекту) <b>(до 24)</b>	

5. Курсова робота, в якій буде виявлено ознаки плагіату знімається з розгляду, а її авторові 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 курсової роботи до захисту	Кількість балів за захист			Сума балів на захисті	Критерії оцінювання курсової роботи на захисті
		Наявність та якість презентації	Розуміння теоретичних основ та аспектів теми дослідження	Відповіді на питання членів комісії		
1	24	2	4	4	34	<b>Високий рівень</b> заслуговує 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	18	1	2	2	23	<b>Достатній рівень</b> заслуговує 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	12	1	0,5	0,5	14	<b>Задовільний рівень</b> заслуговує 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 12				> 12	<b>Низький рівень</b> з можливістю повторного захисту. Рішенням кафедри може бути запропонована нова тема та термін захисту.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств. (ЗНД-86). – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 93 с.
2. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. – Х., 1986. – 88 с.
3. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Міжвідомчий керівний нормативний документ. – К., 1998. – 90 с.
4. Некос В. Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище : підручник [для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів] / В. Ю. Некос, Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко. – Вид. 2-ге доп. і перероб. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
5. Нормативи гаричнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел / Затверджено наказом Мінприроди України від 27.06.2006 р. № 309.
6. Перечень допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – Киев, 1991.
7. Порядок видачі дозволів на експлуатацію устаткування з визначеними рівнями впливу фізичних та біологічних факторів на стан атмосферного повітря, проведення оплати цих робіт та обліку підприємств, установ, організацій і громадян – суб'єктів підприємницької діяльності, які отримали такі дозволи / Постанова КМУ. – Київ, 29 березня 2002 р., № 432.
8. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджені Постановою КМУ від 25 березня 1999 р. № 465 (зі змінами).
9. Порядок розроблення і затвердження нормативів граничнодопустимого скидання забруднюючих речовин, затверджений Постановою КМУ від 11 вересня 1996 р. № 1100 (зі змінами).
10. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище/ заг.ред.проф. В.В.Тарасової Навч.посібник. \_К:Центр учбової літератури, 2007 – 276 с.
11. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., МАСІКЕВІЧ Ю.Г. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище : Навч. посібник, Харків НТУ «ХПІ», 2005 с.
12. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище Курсове проектування : навчальний посібник / В.Г Петрук І.В., Васильківський С.М. та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 112 с.

**ДОДАТКИ**

Додаток А

**МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ**

**Кафедра** \_\_\_\_\_

**ЗАВДАННЯ**

на курсову роботу (проект)

Здобувачеві вищої освіти курсу \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_, спеціальності (напряму підготовки)

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

1. Тема

2. Строк здачі роботи (проекту) на кафедру – не пізніше \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

3. Перелік питань, що підлягають розробці:

Дата видачі завдання «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

Керівник курсової роботи \_\_\_\_\_

(підпис) (прізвище, ініціали)

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

(підпис здобувача вищої освіти) (прізвище, ініціали)



**МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ**

Кафедра \_\_\_\_\_

**КУРСОВА РОБОТА**

**з навчальної дисципліни**

«Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище»

на тему: «\_\_\_\_\_»

Виконав здобувач вищої освіти  
ступеня \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ курсу, \_\_\_\_\_ групи  
факультету \_\_\_\_\_  
очної форми навчання  
Науковий керівник \_\_\_\_\_

Полтава – 201 \_\_\_\_

Полтавська державна аграрна академія  
Факультет агротехнологій та екології  
Спеціальність 101 Екологія

Форма навчання денна  
Курс 4, група 101  
ЕКОЛБд\_41

### ЛИСТ ОЦІНЮВАННЯ курсної роботи (проекту)

З навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище»

Здобувача вищої освіти

На тему: \_\_\_\_\_

Обсяг курсової роботи (проекту) \_\_\_\_\_ Кількість використаних джерел \_\_\_\_\_

**Загальна оцінка** роботи (проекту) (необхідне підкреслити): *актуальність теми розкрита* – фрагментально, на середньому рівні, у повному обсязі; *ступінь втілення мети та виконання досліджень* – низький, середній, високий; *повнота розкриття теми роботи у змісті* – фрагментально, на середньому рівні, у повному обсязі.

**Загальна оцінка змісту та якості оформлення роботи (проекту)** (необхідне підкреслити): *основна частина містить критичні узагальнення різних підходів до постановки і вирішення досліджуваної проблеми, ознаки практичного дослідження* – фрагментально, на середньому рівні, у повному обсязі; *висновки за результатами досліджень мають обґрунтування* – недостатне, відносно достатне, достатне; *рекомендації мають характер* – декларативний, повномірно практичний, практичний.

#### Результати оцінювання курсової роботи (проекту)

Параметр оцінювання (рекомендований діапазон оцінки в балах)	Результат оцінювання
<b>1. Пояснювальна записка (до 18 балів)</b>	
1.1 Обґрунтування актуальності обраної теми роботи, формування мети, завдання, об'єкта та предмета дослідження <b>(0-2)</b>	
1.2 Відповідність змісту курсової роботи (проекту) темі та затвердженому плану <b>(0-2)</b>	
1.3 Ступінь розкриття теоретичних аспектів проблеми обраної для дослідження та глибина і якість аналізу теоретичного матеріалу (наявність критичних узагальнень різних підходів до постановки і вирішення проблеми відповідно до теми курсової роботи (проекту), коректність використання понятійного апарату, посилання, цитування <b>(0-3)</b>	
1.4 Якість практичного дослідження та його детальний аналіз з використанням наукових методів (аналітичних, статистичних, методів моделювання тощо) та новітніх інформаційних джерел <b>(0-7)</b>	
1.5 Науковий підхід до виявлення проблем та обґрунтованість рекомендаційної (проектно-рекомендаційної) частини, практична значущість висновків відповідно до досліджуваної теми <b>(0-4)</b>	
<i>Разом</i>	
<b>2. Ілюстративна частина (до 6 балів)</b>	
2.1 Ілюстративність курсової роботи (проекту) (наявність та відповідність діючим стандартам таблиць, графіків, схем та списку використаних джерел) <b>(0-4)</b>	
2.2 Відповідність оформлення курсової роботи (проекту) встановленим вимогам і дотримання графіку виконання <b>(0-2)</b>	
<i>Разом</i>	
Загальна кількість балів за виконання курсової роботи (проекту) <b>(до 24)</b>	

Висновки (*підкреслити*):

- рекомендувати до захисту без доопрацювання;
- рекомендувати до захисту за умови доопрацювання
- не рекомендовано до захисту, необхідно суттєво доопрацювати

Роботу перевірів: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_\_ р.

\_\_\_\_\_ (підпис)

Примірна форма листа-звернення про надання зауважень і пропозицій в процесі оцінки впливу на довкілля планованої діяльності (на етапі скоупінгу).

На бланку уповноваженого центрального чи територіального органу

\_\_\_\_\_  
(назва і адреса органу (структурного підрозділу), куди направляється лист) Про надання зауважень і пропозицій в процесі оцінки впливу на довкілля планованої діяльності

\_\_\_\_\_  
(реєстраційний номер справи у Реєстрі із ОВД)

\_\_\_\_\_  
(уповноважений центральний чи територіальний орган) доводить до Вашого відома, що до Реєстру із оцінки впливу на довкілля надійшло повідомлення про плановану діяльність, що підлягає оцінці впливу на довкілля, щодо

\_\_\_\_\_  
(вказати плановану діяльність)

\_\_\_\_\_  
(уповноважений центральний чи територіальний орган) просить Вас висловити, в межах Вашої компетенції, зауваження і пропозиції щодо такої діяльності в цілому, а також щодо пропонованого суб'єктом господарювання обсягу досліджень та рівня деталізації інформації, що буде включена до звіту з оцінки впливу на довкілля (в тому числі щодо обраних методик та вихідних даних для оцінки впливу на окремі компоненти довкілля). Інформуємо, що після подання суб'єктом господарювання звіту із оцінки впливу на довкілля, такий звіт також буде направлений Вам для перевірки належного врахування Ваших пропозицій щодо обсягу і змісту звіту, допустимості такої планованої діяльності та екологічних умов, за яких вона може бути дозволена. Повідомлення про плановану діяльність додається до цього листа, а також розміщується у Реєстрі із оцінки впливу на довкілля за посиланням

\_\_\_\_\_  
Зауваження і пропозиції щодо планованої діяльності просимо надіслати у двотижневий строк із дня отримання цього листа.

Керівник відповідного структурного підрозділу уповноваженого органу 45

Примірна форма листа-звернення про надання зауважень і пропозицій в процесі оцінки впливу на довкілля планованої діяльності (на етапі звіту із оцінки впливу на довкілля)  
На бланку уповноваженого центрального чи територіального органу

\_\_\_\_\_ (назва і адреса органу (структурного підрозділу), куди направляється лист) Про надання зауважень і пропозицій в процесі оцінки впливу на довкілля планованої діяльності

\_\_\_\_\_ (реєстраційний номер справи у Реєстрі із ОВД)

\_\_\_\_\_ (уповноважений центральний чи територіальний орган) доводить до Вашого відома, що до Реєстру із оцінки впливу на довкілля надійшли документи для надання висновку із оцінки впливу на довкілля щодо \_\_\_\_\_ (вказати плановану діяльність)

\_\_\_\_\_ (уповноважений центральний чи територіальний орган)

просить Вас висловити в межах Вашої компетенції, зауваження і пропозиції щодо

- 1) належності врахування суб'єктом господарювання у звіті із оцінки на довкілля висловлених Вами пропозицій щодо обсягу і змісту такого звіту;
- 2) належності обраних суб'єктом господарювання вихідних даних та методик оцінки впливу на довкілля;
- 3) обґрунтованості висновків звіту із оцінки впливу на довкілля в частині компонентів довкілля, що належать до сфери Вашої компетенції;
- 4) допустимості чи недопустимості такої планованої діяльності
- 5) в разі допустимості, щодо екологічних умов, за яких вона може бути дозволена.

Інформуємо, що екологічні умови провадження планованої діяльності вміщуються у висновок із оцінки впливу на довкілля, і є обов'язковими для суб'єкта господарювання.

Звіт із оцінки впливу на довкілля планованої діяльності, а також уся інша інформація, що подавалася суб'єктом господарювання для надання висновку, розміщена у Реєстрі із оцінки впливу на довкілля за посиланням \_\_\_\_\_

Зауваження і пропозиції щодо планованої діяльності просимо надіслати у місячний строк із дня отримання цього листа.

Керівник відповідного структурного підрозділу уповноваженого органу

Додаток Е

Таблиця врахування зауважень та пропозицій громадськості, отриманих протягом строку громадського обговорення

№	Прізвище, ім'я, по батькові (для фізичних осіб), а також найменування (для юридичних осіб) особи, що подає зауваження і пропозиції*	Зміст зауваження чи пропозиції	Інформація про розгляд**

\* Письмові зауваження і пропозиції до планованої діяльності, що надійшли на етапі скоупінгу, усі письмові зауваження і пропозиції, отримані протягом строку громадського обговорення на стадії звіту із оцінки впливу на довкілля, в тому числі під час громадських слухань, а також усні зауваження і пропозиції, отримані в ході громадських слухань

\*\* Обрати одне: повністю враховано (яким чином та де саме у висновок із оцінки впливу на довкілля враховано), частково враховано (яким чином враховано та обґрунтування неврахованої частини) або відхилено (із обґрунтуванням причин відхилення)

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

**Мета роботи:** опанування методик розрахунку величин викиду забруднюючих речовин промисловими підприємствами в атмосферу і встановлення норм гранично допустимого викиду (ГДВ).

### **1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.**

#### **1.1.1 Загальні положення**

Промислові викиди в атмосферу несприятливо впливають, перш за все, на людину та на навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, котрі перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК) в 2-5, а нерідко і в більше разів, і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса ґрунтом та поверхнею водоймищ. У зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забрудненню атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості.

Причиною несприятливої екологічної ситуації є невирішені проблеми, пов'язані з реалізацією природоохоронних заходів, недосконалістю методичних матеріалів з проектування повітроочисних пристроїв, недостатністю вихідних даних для проведення екологічних експертиз продукції, що випускається, та розроблюваних технологічних процесів.

Промислові викиди в атмосферу поширюються на значну відстань, забруднюючи приземний шар повітря не лише на промислових майданчиках, але й на прилеглих населених територіях. Суттєвий вплив на рівень забруднення повітря справляють організовані та неорганізовані технологічні викиди. Існуюча нормативно-технічна документація допускає граничне забруднення повітряного середовища, в місцях повітря-приймальних пристроїв систем промислової вентиляції, воно становить 0,3 ГДК, а забруднення повітряного середовища викидами з вентиляційних систем не повинне перевищувати 1 ГДК. Однак на багатьох підприємствах згадані вимоги не виконуються, а забрудненість повітря нерідко перевищує не лише ГДК, але й норми ГДВ в декілька разів.

Джерела викидів в атмосферу розділяють на природні, які обумовлені природними процесами, та антропогенні (техногенні), що є результатом діяльності людини.

Антропогенні (техногенні) джерела забруднення атмосферного повітря представлені, головним чином, викидами промислових підприємств і автотранспорту (рис. 1.1).

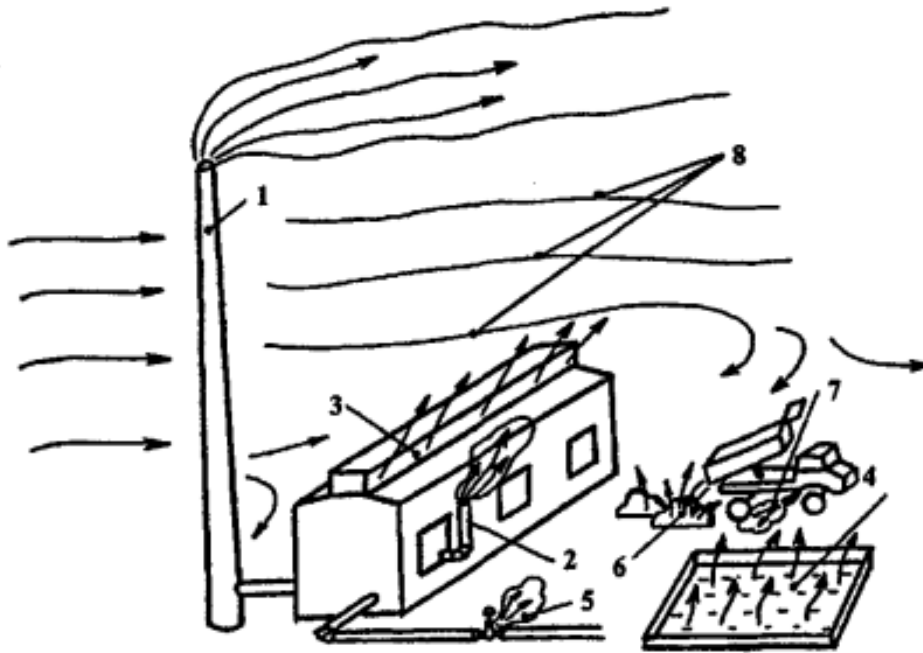
Джерела викидів в атмосферу бувають точкові, лінійні та площинні. Кожний з них може бути затінений і незатінений.

Точкові джерела (на рис. 1.1 – 1, 2, 5, 7) – це забруднення, що зосереджені

в одному місці. До них відносять димові труби, вентиляційні канали, дахові вентилятори тощо.

Лінійні джерела (3) мають значну протяжність. Це аераційні ліхтарі, ряди відкритих вікон, близько розташовані дахові вентилятори. До них можуть бути також віднесені автотраси.

Площинні джерела забруднення (4, 6) розповсюджені по площині промислової ділянки підприємства. До площинних джерел відносять місця складування промислових і побутових відходів, автостоянки, склади паливно-мастильних матеріалів тощо.



**Рис. 1.1. Джерела забруднення атмосфери:**

1 – висока димова труба; 2 – низька димова труба; 3 – аераційний ліхтар цеха; 4 – випаровування з поверхні відстійника; 5 – витіки забруднюючих речовин через недостатньо герметичне обладнання; 6 – викид пилу при розвантаженні сипучих матеріалів; 7 – вихлопна труба автомобіля; 8 – напрямок руху потоку повітря

Незатінені (1) чи високі джерела розташовані у недеформованому потоці вітру. Це димові труби та інші джерела, що викидають забруднюючі речовини на висоту, яка перевищує 2-5 висоти розташованих поблизу споруд та інших перешкод.

Затінені джерела (2-7) розташовані в зоні підпору або аеродинамічної тіні споруд та інших перешкод.

Забруднення атмосфери – це зміна складу атмосферного повітря внаслідок потрапляння до неї домішок.

Домішка в атмосфері – це розсіяна в атмосфері речовина, яка не міститься в її постійному складі.

Забруднююча повітря речовина – це домішка в атмосфері, що спричинює



негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення. Оскільки домішкам в атмосфері властиве перетворення, їх можна умовно розділити на первинні та вторинні.

Первинна домішка в атмосфері – домішка, що зберігає за розглянутий інтервал часу свої фізичні та хімічні властивості.

Перетворення домішок в атмосфері – процес, при якому домішки в атмосфері підлягають фізичним і хімічним змінам під впливом природних і антропогенних чинників, а також внаслідок взаємодії між собою.

Вторинна домішка в атмосфері – це домішка в атмосфері, що утворилася внаслідок перетворення первинних домішок.

Забруднення атмосферного повітря – змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.

Забруднюючі речовини викидаються в атмосферу у вигляді суміші пилу, диму, туману, парів та газоподібних речовин.

Найбільш поширеними забруднюючими речовинами, що надходять до атмосферного повітря від техногенних джерел, є оксид вуглецю CO, двоокис сірки SO<sub>2</sub>, оксид азоту NO<sub>x</sub> та пил.

Оксид вуглецю (CO) – один з найпоширеніших забруднювачів повітря, який називається у побуті чадним газом. Вміст CO в природних умовах від 0,01 до 0,2 мг/м<sup>3</sup>. Основні його техногенні джерела – теплові електростанції та транспорт. Значна маса викиду CO утворюється в процесі згоряння органічного палива, перш за все у двигунах внутрішнього згоряння. Найбільш висока концентрація CO спостерігається на вулицях і площах міст з інтенсивним рухом, особливо на перехрестях. Висока концентрація CO в повітрі може привести до фізіологічних змін в організмі людини, а концентрація понад 750 мг/м<sup>3</sup> – до загибелі. Ступінь впливу CO на організм людини залежить також від тривалості впливу та виду діяльності людини. Час перебування CO в атмосфері складає 2-4 місяця.

Двоокис сірки (SO<sub>2</sub>) – безкольоровий газ із гострим запахом. На його долю припадає до 95% від загального об'єму сірчистих сполук, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел. До 70% викиду SO<sub>2</sub> утворюється при згорянні вугілля, мазуту – приблизно 15%. При концентрації двоокису сірки 20-30 мг/м<sup>3</sup> подразнюється слизова оболонка роту й очей. Дуже чутливі до SO<sub>2</sub> хвойні ліса. При концентрації SO<sub>2</sub> у повітрі 0,23-0,32 мг/м<sup>3</sup>, внаслідок порушення фотосинтезу, відбувається засихання хвої протягом 2-3 років. Аналогічні зміни у листяних дерев відбуваються при концентраціях SO<sub>2</sub> – 0,5-1 мг/м<sup>3</sup>.

Оксид азоту (NO<sub>x</sub>) утворюється в процесі згоряння при підвищеній температурі шляхом окислення частки азоту, присутнього в атмосферному повітрі. Основні джерела викиду NO<sub>x</sub> – двигуни внутрішнього згоряння, топки промислових котлів.

NO<sub>2</sub> – газ жовтого кольору, що надає повітрю у містах буруватий відтінок.

Негативний вплив  $\text{NO}_x$  починається з легкого кашлю. При контакті  $\text{NO}_x$  з водяною парою, поверхнею слизової оболонки утворюються кислоти  $\text{HNO}_3$  і  $\text{HNO}_2$ , що може призвести до набряку легенів. Тривалість знаходження  $\text{NO}_2$  в атмосфері – близько 3 діб.

Пил. Основні джерела утворення пилу в атмосфері: будівельна промисловість, ТЕС, які споживають вугілля високої зольності, чорна і кольорова металургія, місця складування промислових і побутових відходів, автотранспорт, кар'єри видобутку корисних копалин і т. д. Розміри частинок в повітрі складають від сотих доль до декількох десятків мікрометрів. Середній розмір часток пилу в атмосферному повітрі – 7-8 мкм. Найчастіше в їх складі виявляються з'єднання кремнію, кальцію, вуглецю, а також оксиди металів. Пил спричиняє шкідливий вплив на людину, рослинний та тваринний світ, поглинає сонячну радіацію, внаслідок чого впливає на термічний режим атмосфери і земної поверхні. Частки пилу є ядрами конденсації при утворенні хмар і туманів. Основна маса пилу вимивається з атмосфери опадами.

До найважливіших нормативів якості довкілля належать гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин у природних середовищах. На основі ГДК розробляють нормативи гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин у повітря. Через зміни загального екологічного стану довкілля ГДК і ГДВ найнебезпечніших і найпоширеніших забруднювачів уточнюють кожні 3-5 років з урахуванням посилення негативного ефекту їхньої спільної дії.

Безпечних для організму концентрацій забруднюючих речовин або рівнів іонізуючої радіації практично не існує, тому що будь-яке перевищення звичного природного фону вже є небезпечним для живих організмів. Це яскраво демонструють генетичні відхилення в ланцюгу поколінь в зв'язку з виникненням несприятливих мутацій.

ГДК це максимальна кількість забруднюючих речовин в одиниці об'єму або маси середовища повітря, води або ґрунту, яка практично не впливає на стан здоров'я людини. ГДК встановлюється компетентними установами, організаціями, комісіями як норма.

Для оцінки якості атмосферного повітря встановлені дві категорії ГДК: максимально разова (ГДК<sub>м.р.</sub>) та середньодобова (ГДК<sub>с.д.</sub>).

ГДК<sub>м.р.</sub> – гранично допустима максимальна разова концентрація хімічної речовини у повітрі населених пунктів,  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Ця концентрація при вдиханні впродовж 30 хвилин не повинна викликати рефлекторних реакцій в організмі людини.

ГДК<sub>с.д.</sub> – гранично допустима середньодобова концентрація хімічної речовини у повітрі населених пунктів,  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Ця концентрація не повинна чинити прямої чи опосередкованої дії при необмежено тривалому (роки) вдиханні.

ГДК<sub>р.з.</sub> – гранично допустима концентрація хімічної речовини у повітрі робочої зони,  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Ця концентрація за умови щоденної (крім вихідних днів) роботи в межах 8 годин чи іншої тривалості, але не більше, ніж 41 година на тиждень упродовж всього робочого стажу не повинна викликати захворювань



чи відхилень у стані здоров'я, які можна виявити сучасними методами дослідження в процесі роботи чи у віддалені терміни життя сучасного і наступного поколінь. Робочою зоною називають простір висотою 2 м над рівнем підлоги чи майданчика, на якому знаходиться місце постійного чи тимчасового перебування працівника.

Нормативи ГДК для атмосферного повітря єдині для всієї території України.

Для кожного підприємства, що проектується, або діючого об'єкта, що є стаціонарним джерелом забруднення повітряного басейну, встановлюють нормативи гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин у атмосферне повітря.

Гранично допустимий викид (ГДВ) – це така кількість речовини, що викидається джерелом в атмосферу, при якій її концентрація в приземному шарі не перевищує величину гранично допустимої концентрації (ГДК).

Визначення ГДВ здійснюється для конкретного промислового підприємства з урахуванням фізико-географічних і кліматологічних характеристик району.

ГДВ встановлюється при умові, що викиди забруднюючих речовин від даного джерела в сукупності з іншими джерелами не створюють приземну концентрацію, яка перевищує ГДК за межами санітарно-захисної зони:

$$C + C_{\phi} \leq ГДК,$$

де  $C$  – концентрація речовин у приземному шарі від розрахункового джерела при дотриманні нормативів ГДВ;  $C_{\phi}$  – фонові концентрації цієї ж речовини.

Термін дії нормативу ГДВ, як правило, не перевищує 5 років. При появі нових виробництв, реконструкції діючих, зміні технологічного процесу чи виду сировини, яку використовують, та в інших аналогічних випадках нормативи ГДВ потребують перегляду.

Для розрахунку ГДВ необхідно спочатку скласти характеристику підприємства як джерела забруднення атмосфери за наступними параметрами:

- стисла характеристика технології виробництва і технологічного устаткування;
- стисла характеристика існуючого очисного обладнання;
- перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу;
- економічний збиток від забруднення атмосфери.

## **1.2. Порядок розрахунку величин викиду забруднюючих речовин промисловими підприємствами в атмосферу і встановлення норм гранично допустимого викиду (ГДВ)**

### **1.2.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин котельнею**

**Тверді частки.** Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріло (т/рік, г/с) і викидається в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{тч}} = N \cdot B \cdot A^r \cdot \chi \cdot (1 - \eta), \quad (1.1)$$

де  $B$  – витрати палива, т/рік або г/с;  $N$  – кількість котлів;  $A^r$  – зольність палива, %;  $\chi$  – коефіцієнт зольності, що залежить від типу топки;  $\eta$  – частка твердих часток, що уловлюються в золоуловлювачах (у даному завданні приймається рівною ступеню очистки).

*Примітка:* Для сажі гранично допустима максимально разова концентрація ( $\text{ГДК}_{\text{м.р.}}$ ) дорівнює  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , а гранично допустима середньодобова концентрація ( $\text{ГДК}_{\text{с.с.}}$ ) дорівнює  $0,15 \text{ мг/м}^3$ . Клас небезпеки – 3.

**Діоксид сірки.** Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на  $\text{SO}_2$  (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{\text{SO}_2}) \cdot (1 - \eta''_{\text{SO}_2}), \quad (1.2)$$

де  $S^r$  – вміст сірки у паливі, %;  $\eta'_{\text{SO}_2}$  – частка оксидів сірки, що зв'язуються летучою золою палива;  $\eta''_{\text{SO}_2}$  – частка оксидів сірки, що уловлюються в золоуловлювачі.

Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1.1).

*Примітка:* Для двоокису сірки  $\text{ГДК}_{\text{м.р.}}=0,03 \text{ мг/м}^3$ ,  $\text{ГДК}_{\text{с.с.}}=0,05 \text{ мг/м}^3$ . Клас небезпеки – 3.

**Оксид вуглецю.** Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (1.3)$$

де  $Q_i^r$  – теплота згоряння палива ( $\text{МДж/кг}$ ,  $\text{МДж/м}^3$ );  $R$  – втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, обумовленої наявністю в продуктах згоряння  $\text{CO}$ ;  $q_3$  – втрати тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, %;  $q_4$  – втрати теплоти внаслідок механічної неповноти згоряння палива, %.

Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1.1).

*Примітка:* Для оксиду вуглецю  $\text{ГДК}_{\text{м.р.}}=3 \text{ мг/м}^3$ ,  $\text{ГДК}_{\text{с.с.}}=1 \text{ мг/м}^3$ . Клас небезпеки – 4.

**Оксиди азоту.** Кількість оксидів азоту (у перерахунку на  $\text{NO}_2$ ), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) розраховується за формулою (1.4):

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - \beta), \quad (1.4)$$

де  $K_{\text{NO}_2}$  – параметр, що характеризує кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла ( $\text{кг/ГДж}$ );  $\beta$  – коефіцієнт, що залежить від ступеня зниження викиду оксидів азоту в результаті впровадження технічних рішень.

Інші величини такі ж самі, що й у формулі (1.1).

*Примітка:* Для діоксиду азоту  $\text{ГДК}_{\text{м.р.}}=\text{ГДК}_{\text{с.с.}}=0,085 \text{ мг/м}^3$ . Клас небезпеки – 2.

### 1.2.2. Розрахунок викиду забруднюючих речовин при використанні природного газу

Для забезпечення різкого скорочення викиду в атмосферу твердих часток у вигляді золи та сажі, оксидів азоту, сірчистих сполук, можливий перехід котлоагрегатів з твердого палива на природний газ. Практично, крім діоксиду 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.

Кількість природного газу для заміни 1 кг вугілля визначаємо:

$$q_{\text{пр.газ}} = \frac{Q'_{\text{в.в.}} \cdot \eta_{\text{в}}}{Q'_{\text{п.г.}} \cdot \eta_{\text{г}}}, \quad (1.5)$$

де  $Q'_{\text{в.в.}}$ ,  $Q'_{\text{п.г.}}$  – нижча теплота згоряння вугілля і природного газу, відповідно, МДж/кг;  $\eta_{\text{в}}$ ,  $\eta_{\text{г}}$  – ККД котла при роботі на твердому й газоподібному паливі. У даному завданні дорівнює 0,82 та 0,92 відповідно.

Річні витрати природного газу на котельню визначаються за формулою:

$$B_{\text{пр.г.}} = B \cdot \frac{q_{\text{пр.г.}}}{\rho}, \quad (1.6)$$

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

Для розрахунку величин викиду у формули (1.1)-(1.4) при використанні природного газу необхідно замість  $B$  підставляти  $B_{\text{пр.г.}}$ .

### 1.2.3. Розрахунок викиду забруднюючих речовин від зварювальних постів

На шахті  $N_1$  постів зварювання. Режим роботи однозмінний, з п'ятиденним тижнем. Для зварювання використовуються апарати ТД-500-У-2. За рік на шахті витрачається  $N_2$  електродів  $N_3$ -типу.

Кількість зварювального аерозолу  $M_{\text{зв.а.}}$ , від зварювальних постів розраховується за формулою:

$$M_{\text{зв.а.}} = N_1 \cdot q_1 \cdot N_2, \text{ г/рік} \quad (1.7)$$

де  $N_2=3000$  – середня кількість електродів, що витрачаються за рік;  $q_1$  – питома кількість зварювального аерозолу, г/шт.

*Примітка:* Для зварювального аерозолу в робочій зоні  $\Gamma\text{ДК}_{\text{р.з}}=4$  мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки – 4.

Кількість марганцю та його оксидів від зварювальних постів знаходимо:

$$M_{\text{MnO}_2} = N_1 \cdot q_2 \cdot N_2, \text{ г/рік} \quad (1.8)$$

де  $q_2$  – питома кількість марганцю та його оксидів, г/шт.

*Примітка:* Для марганцю та його оксидів  $\Gamma\text{ДК}_{\text{м.р.}}=0,05$  мг/м<sup>3</sup>,  $\Gamma\text{ДК}_{\text{с.с.}}=0,01$  мг/м<sup>3</sup>. Клас небезпеки – 3.

### 1.2.4. Розрахунок гранично допустимого викиду (ГДВ) забруднюючих речовин

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.

ГДВ встановлюється для кожного стаціонарного джерела з розрахунком, що сукупний викид від усіх джерел забруднення атмосферного повітря міста з урахуванням перспективи розвитку не призведе до перевищення нормативу ГДК<sub>м.р.</sub> у приземному шарі. ГДВ встановлюється для умов повного навантаження технологічного і газоочисного обладнання та їх нормальної роботи. ГДВ не повинен перевищуватись в будь-який 20-хвилинний період часу. Для дрібних джерел доцільно встановлення ГДВ від їх сукупності з передчасним об'єднанням їх у площинне або умовно точкове джерело. ГДВ визначається для кожної речовини окремо, в тому числі й у випадку сумарної забруднюючої дії декількох речовин.

За результатами розрахунку нормативів ГДВ для кожного стаціонарного джерела викиду встановлюється сумарний граничний викид підприємства в цілому.

ГДВ встановлюється з урахуванням фонових концентрацій. Для реконструйованого підприємства розрахунок виконується за фактичним положенням і на перспективу.

Значення гранично допустимого викиду (ГДВ) для газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела або групи таких близько розташованих одиночних джерел визначаються за формулами (1.9), (1.14):

- для нагрітого викиду:

$$ГДВ = \frac{H^2 \cdot ГДК \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n}, \text{ г/с} \quad (1.9)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що враховує умови вертикального й горизонтального розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері,  $\text{с}^{1/3} \text{м}^3 \text{град}^{1/3} / \text{г}$  (для України – 160);  $ГДК$  – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, що викидається в атмосферу,  $\text{мг/м}^3$ . У якості ГДК використовується ГДК<sub>м.р.</sub> або ГДК<sub>с.с.</sub>;  $H$  – 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  $T_Г$ , що викидається, та температурою навколишнього повітря  $T_Н$ , °С.

Значення безрозмірного коефіцієнту  $m$  визначається в залежності від параметра  $f$  і розраховується за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f} + 0,1 \cdot \sqrt{f}} \quad (1.10)$$

Параметр  $f$  визначається за допомогою виразу:

$$f = \frac{1000 \cdot W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (1.11)$$

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

Значення безрозмірного коефіцієнту  $n$  визначаються такими рівняннями в залежності від параметру  $V_M$ :

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  $V_M > 2$ ,

$$n=1.$$

При цьому коефіцієнт  $V_M$  визначається за виразом:

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}. \quad (1.12)$$

Об'єм газопилової суміші  $V_1$ , розраховується за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.13)$$

- для холодного викиду (холодним вважається викид, для якого величина  $\Delta T$  менша або дорівнює нулю):

$$\Gamma_{ДВ} = \frac{8 \cdot V_1 \cdot \Gamma_{ДК} \cdot H \cdot \sqrt[3]{H}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}, \quad (1.14)$$

$V_M$ , у свою чергу, для холодного викиду визначається за формулою:

$$V_M = 1,3 \cdot \frac{W_0 \cdot D}{H}. \quad (1.15)$$

### 1.2.5. Визначення категорії небезпеки підприємства

Визначаємо категорію небезпеки підприємства залежно від маси, виду й складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря.

Категорія небезпеки підприємства (КНП), розраховується за формулою:

$$КНП = \sum_{i=1}^n КНП_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{\Gamma_{ДК}_i^{сп}} \right)^{a_i}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.16)$$

де  $КНП_i$  – категорія небезпеки  $i$ -ої забруднюючої речовини, м<sup>3</sup>/с;  $n$  – кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря підприємством;  $M_i$  – фактична маса викиду  $i$ -ої забруднюючої речовини, що викидається в атмосферне повітря підприємством, т/рік;  $\Gamma_{ДК}_i^{сп}$  – середньодобова гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини, що викидається в атмосферне повітря населеного пункту, мг/м<sup>3</sup>;  $a_i$  – безрозмірна константа, що дозволяє порівнювати ступінь шкідливості  $i$ -ої забруднюючої речовини зі шкідливістю двооксиду сірки (табл. 1.1).

Значення КНП розраховується за умови, що  $\frac{M_i}{\Gamma_{ДК}_i^{сп}} > 1$ . Якщо  $\frac{M_i}{\Gamma_{ДК}_i^{сп}} < 1$ , значення КНП не розраховується й прирівнюється до нуля.

Таблиця 1.1 – Значення безрозмірної константи  $\alpha_i$  для забруднюючих речовин різних класів небезпеки

Клас небезпеки речовини	1	2	3	4
Значення константи $\alpha_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

Для розрахунку категорії небезпеки підприємства при відсутності середньодобових значень ГДК використовуються значення максимально разових ГДК, ОБРВ (орієнтовний безпечний рівень впливу) або зменшені в десять разів значення ГДК забруднюючих речовин робочої зони. Для речовин, які не мають встановлених рівнів ГДК або ОБРВ, значення категорії небезпеки підприємства прирівнюється до маси викиду даних речовин.

За величиною категорії небезпеки підприємства поділяються на 4 категорії. Граничні умови для виділення підприємств за категоріями небезпеки наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Категорії небезпеки підприємств і граничні значення КНП

Категорія небезпеки підприємства	Значення КНП	Санітарно-захисна зона, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Залежно від тієї чи іншої категорії небезпеки підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря і вводиться періодичність контролю за викидами підприємств, а також встановлюється санітарно-захисна зона (СЗЗ) від джерела забруднення до житлових районів.

## 1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

**Вихідні дані.** Шахта «Україна» ВО «Селідіввугілля» видобуває вугілля марки – Г-концентрат, добовий видобуток – 2280 т, річний – 620000 т.

Подача свіжого повітря в шахтні виробки здійснюється через вантажо-людський ствол. Використане повітря викидається через вентиляційні стволи. За даними лабораторії гірничорятувальної служби у вентиляційних викидах забруднюючих речовин немає.

Поверхневий технологічний комплекс шахти розташований навколо клітьового й скіпового стволів, і включає:

- механічні майстерні з постом зварювання металів, а також кузню;
- майстерню вибійного обладнання зі зварювальним постом;
- промислову котельню з постом зварювання;
- столярні майстерні, складські приміщення;
- котельню мікрорайону.

Котли промислової котельні й мікрорайону обладнані батарейними циклонами БЦ 2-6, середній ступінь очистки у яких становить 80%.



Необхідно зробити розрахунок ГДВ для кожної технологічної ділянки згідно двох умов: з урахуванням викиду з котельні мікрорайону та без урахування з переходом на газоподібне паливо. Вихідні дані в табл. 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для розрахунку залежно від виду палива

Найменування показника	Позначення	Одиниці виміру	Вид палива	
			вугілля	газ
Зольність палива	$A'$	%	11	-
Вміст сірки у паливі	$S'$	%	3	-
Нижча теплота згоряння	$Q'_l$	МДж/кг	25,95	35,7
Частка оксидів сірки, що зв'язані золюю	$\eta_{SO_2}$	відносні одиниці	0,1	0
Частка оксидів сірки, що уловлюються в золюловлювачі	$\eta_{SO_2}$	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 СО	$R$	-	1	0,5
Коефіцієнт	$\beta$	-	0,05	0,1
Коефіцієнт зольності	$\chi$	-	0,002	-
Витрати палива	$B$	г/с	8500	
Кількість котлів	$N$	шт.	3	
Кількість постів	$N_l$	шт.	6	
Питома кількість зварювального аерозолі	$q_1$	г/шт.	16,3	
Питома кількість марганцю та його оксидів	$q_2$	г/шт.	1,95	

Примітки: 1. У котельній мікрорайону один котел з параметрами, аналогічними для котлів шахти; 2. Ступінь очистки  $\eta=80\%$ .

Таблиця 1.4 – Вихідні дані для розрахунку залежно від джерела викиду

Найменування показника	Позначення	Одиниці виміру	Значення		
			Котельня шахти	Котельня мікрорайону	Зварювальний пост
1	2	3	4	5	6
Висота труби	$H$	м	56	36	7
Діаметр устя труби	$D$	м	1,6	1,2	0,6

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4	5	6
Різниця між температурою газу і температурою атмосферного повітря	$\Delta T$	°C	190	270	0
Середня швидкість газоповітряної суміші	$W_0$	м/с	6,8	6,1	1,8
Коефіцієнт розсіювання	$A$	-	160	160	160

**Розв'язок прикладу:**

1. Визначаємо обсяг викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на вугільному паливі.

Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріли (т/рік, г/с) і викидаються в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою (1.1):

$$M_{TЧ} = N \cdot B \cdot A' \cdot \chi \cdot (1 - \eta) = 3 \cdot 8500 \cdot 11 \cdot 0,002 \cdot (1 - 0,80) = 112,2 \text{ г/с} = 3538,34 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на SO<sub>2</sub> (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою (1.2):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S' \cdot (1 - \eta_{SO_2}') \cdot (1 - \eta_{SO_2}'') = 0,02 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,1) = 1239,3 \text{ г/с} = 39082,56 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою (1.3):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i' \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 25,95 \cdot \left(1 - \frac{20}{100}\right) = 423,504$$

г/с = 13355,62 т/рік.

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на NO<sub>2</sub>), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) розраховується за формулою (1.4):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i' \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 3 \cdot 8500 \cdot 25,95 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,05) = 125,73$$

г/с = 3965,02 т/рік.

2. Визначаємо обсяг викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні мікрорайону на вугільному паливі.

Розрахунок викиду твердих часток летучої золи і палива, що не догоріли (т/рік, г/с) і викидаються в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в



одиницю часу при спалюванні твердого палива й мазуту, здійснюється за формулою (1.1):

$$M_{TC} = N \cdot B \cdot A' \cdot \chi \cdot (1 - \eta) = 1 \cdot 8500 \cdot 11 \cdot 0,002 \cdot (1 - 0,80) = 37,4 \text{ г/с} = 1179,45 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок викиду оксидів сірки в перерахунку на  $SO_2$  (т/рік, г/с), що потрапляють в атмосферу з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу, здійснюється за формулою (1.2):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot N \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}) = 0,02 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 3 \cdot (1 - 0,1) \cdot (1 - 0,1) = 413,1 \text{ г/с} \\ = 13027,52 \text{ т/рік.}$$

Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу (т/рік, г/с) здійснюється за формулою (1.3):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q'_i \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 25,95 \cdot \left(1 - \frac{20}{100}\right) = 141,168$$

г/с = 4451,87 т/рік.

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на  $NO_2$ ), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу розраховується за формулою (1.4):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q'_i \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 1 \cdot 8500 \cdot 25,95 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,05) = 41,91$$

г/с = 1321,67 т/рік.

### 3. Визначаємо викид забруднюючих речовин від зварювальних постів.

На шахті  $N_1$  постів зварювання. Режим роботи однозмінний, з п'ятиденним тижнем. Для зварювання використовуються апарати ТД-500-У-2. За рік на шахті витрачається  $N_2$  електродів  $N_3$ -типу.

Кількість зварювального аерозолу від зварювальних постів розраховується за формулою (1.7):

$$M_{a.a.} = N_1 \cdot q_1 \cdot N_2 = 6 \cdot 16,3 \cdot 3000 = 293400 \text{ г/рік} = 0,2934 \text{ т/рік}$$

де  $N_2$  у даному завданні дорівнює 3000.

Кількість марганцю та його оксидів від зварювальних постів знаходимо за формулою (1.8):

$$M_{MnO_2} = N_1 \cdot q_2 \cdot N_2 = 6 \cdot 1,95 \cdot 3000 = 35100 \text{ г/рік} = 0,0351 \text{ т/рік.}$$

### 4. Визначаємо викиди забруднюючих речовин 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 (1.5):

$$q_{пр.газ} = \frac{Q_{н.г.} \cdot \eta_{н.г.}}{Q_{н.в.} \cdot \eta_{н.в.}} = \frac{25,95 \cdot 0,82}{35,7 \cdot 0,92} = 0,65,$$

де  $\eta_{es}, \eta_z$  у даному завданні дорівнює 0,82 та 0,92 відповідно.

Річні витрати природного газу на котельню визначаються за формулою (1.6):

$$B_{np.z.} = B \cdot \frac{q_{np.z.}}{\rho} = 8500 \cdot \frac{0,65}{0,85} = 6500 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для розрахунку величин викиду у формули (1.1)-(1.4) при використанні природного газу необхідно замість  $B$  підставляти  $B_{np.z.}$

Визначаємо кількість викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на газоподібному паливі.

При роботі котельні шахти на газоподібному паливі в атмосферне повітря не надходять викиди таких забруднюючих речовин, як тверді частки та діоксид сірки, тому розрахунок здійснюється тільки за викидами оксиду вуглецю і оксидів азоту.

Розрахунок викиду оксиду вуглецю, що потрапляє в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу здійснюється за формулою (1.3):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot q_3 \cdot R \cdot Q_i' \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 0,001 \cdot 3 \cdot 6500 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 35,7 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100}\right) = 173,17$$

г/с = 5461,09 т/рік.

Кількість оксидів азоту (у перерахунку на  $NO_2$ ), що викидаються в атмосферне повітря з димовими газами котлоагрегатів в одиницю часу розраховується за формулою (1.4):

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot N \cdot B \cdot Q_i' \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) = 0,001 \cdot 3 \cdot 6500 \cdot 35,7 \cdot 0,09 \cdot (1 - 0,1) = 56,39$$

г/с = 1778,31 т/рік.

В альтернативному варіанті котельня мікрорайону не працює.

5. *Визначаємо величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на вугільному паливі.*

Значення гранично допустимого викиду (ГДВ, г/с) для нагрітої газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела, яким є котельня шахти, з круглим отвором визначаються за формулою (1.9):

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

Для визначення безрозмірного коефіцієнта  $m$  необхідно розрахувати параметр  $f$  за допомогою виразу (1.11):

$$f = \frac{1000 \cdot W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{1000 \cdot 46,24 \cdot 1,6}{3136 \cdot 190} = 0,12.$$

Коефіцієнт  $m$  визначається за формулою (1.10):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f} + 0,1 \cdot \sqrt{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,12} + 0,1 \cdot \sqrt{0,12}} = 1,15.$$

Об'єм газопилової суміші  $V_1$ , м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою (1.13):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0 = \frac{3,14 \cdot 2,56}{4} \cdot 6,8 = 13,66 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для розрахунку безрозмірного коефіцієнта  $n$  необхідно спочатку визначити коефіцієнт  $V_M$  за виразом (1.12):

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{13,66 \cdot 190}{56}} = 2,33$$

Оскільки  $V_M > 2$ , то  $n = 1$ .

Для пилу при ККД очисних споруд від 75 до 90%  $F=2,5$ ; для газів  $F=1$ .

Таким чином, величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні шахти на вугільному паливі, становлять:

$$ГДВ_{гч} = \frac{3136 \cdot 0,15 \cdot \sqrt[3]{13,66 \cdot 190}}{160 \cdot 2,5 \cdot 1,15 \cdot 1} = 14,05 \text{ г/с} = 443,18 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{SO_2} = \frac{3136 \cdot 0,05 \cdot \sqrt[3]{13,66 \cdot 190}}{160 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1} = 11,71 \text{ г/с} = 369,32 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{CO} = \frac{3136 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{13,66 \cdot 190}}{160 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1} = 234,22 \text{ г/с} = 7386,4 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{NO_2} = \frac{3136 \cdot 0,085 \cdot \sqrt[3]{13,66 \cdot 190}}{160 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1} = 19,91 \text{ г/с} = 627,84 \text{ т/рік};$$

6. Визначаємо величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні мікрорайону на вугільному паливі.

Розрахунок проводиться аналогічно п. 5.

$$f = \frac{1000 \cdot 37,21 \cdot 1,2}{1296 \cdot 270} = 0,13.$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,13} + 0,1 \cdot \sqrt{0,13}} = 1,14.$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 1,44}{4} \cdot 6,1 = 6,895 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{6,895 \cdot 270}{36}} = 2,42.$$

Оскільки  $V_M > 2$ , то  $n=1$ .

Для пилу при ККД очисних споруд від 75 до 90%  $F=2,5$ ; для газів  $F=1$ .

Таким чином, величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи котельні мікрорайону на вугільному паливі, становлять:

$$ГДВ_{гч} = \frac{1296 \cdot 0,15 \cdot \sqrt[3]{6,895 \cdot 270}}{160 \cdot 2,5 \cdot 1,14 \cdot 1} = 5,24 \text{ г/с} = 165,39 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{SO_2} = \frac{1296 \cdot 0,05 \cdot \sqrt[3]{6,895 \cdot 270}}{160 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1} = 4,37 \text{ г/с} = 137,82 \text{ т/рік};$$



$$ГДВ_{CO} = \frac{1296 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{6,895 \cdot 270}}{160 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1} = 87,41 \text{ г/с} = 2756,47 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{NO_2} = \frac{1296 \cdot 0,085 \cdot \sqrt[3]{6,895 \cdot 270}}{160 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1} = 7,43 \text{ г/с} = 234,3 \text{ т/рік};$$

7. *Визначаємо величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи зварювальних постів.*

Значення гранично допустимого викиду для холодної газоповітряної суміші з одиночного (точкового) джерела, якими є зварювальні пости, з круглим отвором визначаються за формулою (1.14):

$$ГДВ = \frac{8 \cdot V_1 \cdot ГДК \cdot H \cdot \sqrt[3]{H}}{A \cdot F \cdot n \cdot D}, \text{ г/с.}$$

Об'єм газопилової суміші розраховується за формулою (1.13):

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,36}{4} \cdot 1,8 = 0,51 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Для розрахунку безрозмірного коефіцієнта  $n$  необхідно спочатку визначити коефіцієнт  $V_M$  за виразом (1.15):

$$V_M = 1,3 \cdot \frac{W_0 \cdot D}{H} = 1,3 \cdot \frac{1,8 \cdot 0,6}{7} = 0,2.$$

Оскільки  $V_M \leq 0,3$ , то  $n=3$ .

Для газів  $F=1$ .

Таким чином, величини гранично допустимого викиду забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від роботи зварювальних постів, становлять:

$$ГДВ_{зв.а} = \frac{8 \cdot 0,51 \cdot 4 \cdot 7 \cdot \sqrt[3]{7}}{160 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0,6} = 0,76 \text{ г/с} = 23,93 \text{ т/рік};$$

$$ГДВ_{зв.с_2} = \frac{8 \cdot 0,51 \cdot 0,01 \cdot 7 \cdot \sqrt[3]{7}}{160 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0,6} = 0,002 \text{ г/с} = 0,06 \text{ т/рік};$$

8. *Визначаємо категорію небезпеки підприємств залежно від маси, виду й складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря.*

Для розрахунку категорії небезпеки підприємства при відсутності середньодобових значень ГДК використовуються значення максимально разових ГДК, ОБРВ (орієнтовний безпечний рівень впливу) або зменшені в десять разів значення ГДК забруднюючих речовин робочої зони. Для речовин, які не мають встановлених рівнів ГДК або ОБРВ, значення категорії небезпеки підприємства прирівнюється до маси викиду даних речовин.

Категорія небезпеки підприємства (КНП),  $\text{м}^3/\text{с}$ , розраховується за формулою (1.16):

$$КНП = \sum_{i=1}^n КНП_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ГДК_i^{сп}} \right)^{\alpha_i}.$$

Результати розрахунків фактичного викиду, ГДВ та категорії небезпеки для кожної технологічної ділянки наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків фактичного викиду, ГДВ та категорії небезпеки для кожної технологічної ділянки

Цех, ділянка	Речовина	Фактичне значення викиду, $M$ , т/рік	ГДВ, т/рік	КНП, $m^3/c$
Котельня шахти	Тверді частки	$\frac{112,2z/c}{-} \frac{3538,34m}{/ рік}$	14,05 г/с 443,18 т/рік	$\frac{748000}{-}$
	Двоокис сірки	$\frac{1239,3z/c}{-} \frac{39082,56m}{/ рік}$	11,71 г/с 369,32 т/рік	$\frac{24786000}{-}$
	Оксид вуглецю	$\frac{423,5z/c}{173,17z/c} \frac{13355,62m}{/ рік}$ $\frac{5461,09m}{/ рік}$	234,22 г/с 7386,4 т/рік	$\frac{115922,6}{51835,3}$
	Оксиди азоту	$\frac{125,73z/c}{56,39z/c} \frac{3964,02m}{/ рік}$ $\frac{1778,31m}{/ рік}$	19,91 г/с 627,84 т/рік	$\frac{1049605232}{370099177}$
Котельня мікрорайону	Тверді частки	$\frac{37,4z/c}{-} \frac{1179,45m}{/ рік}$	5,24 г/с 165,39 т/рік	$\frac{2493333}{-}$
	Двоокис сірки	$\frac{413,1z/c}{-} \frac{13027,52m}{/ рік}$	4,37 г/с 137,82 т/рік	$\frac{8262000}{-}$
	Оксид вуглецю	$\frac{141,17z/c}{-} \frac{4451,87m}{/ рік}$	87,41 г/с 2756,47 т/рік	$\frac{431289}{-}$
	Оксиди азоту	$\frac{41,91z/c}{-} \frac{1321,67m}{/ рік}$	7,43 г/с 234,3 т/рік	$\frac{2516334405}{-}$
Зварювальні пости	Зварювальний аерозоль	293400 г/рік 0,2934 т/рік	0,76 г/с 23,93 т/рік	0,034
	Оксиди марганцю	35100 г/рік 0,0351 т/рік	0,002 г/с 0,06 т/рік	0,1113
КНП, $m^3/c$				$\frac{1643282522}{3706175315}$

*Примітка:* у чисельнику – існуюче значення, у знаменнику – після заходів (перехід на газоподібне паливо і закриття котельні мікрорайону).

**Висновок.** Розглядаючи базовий варіант (котельня шахти і мікрорайону працюють на вугільному паливі + зварювальні пости), можна зробити висновок, що отримане значення КНП перевищує  $10^8$ , що є свідченням того, що підприємство є джерелом забруднення навколишнього середовища і відноситься до 1 категорії небезпеки. За ступенем забруднення перше місце посідають оксиди азоту, на другому місці знаходиться двоокис сірки.

Розглядаючи альтернативний варіант (котельня шахти працює на газоподібному паливі + зварювальні пости, котельня мікрорайону не працює), також треба відмітити, що отримане значення КНП перевищує  $10^8$ , тобто, навіть після переходу котельної шахти на природний газ і закриття котельної мікрорайону, підприємство продовжує залишатися небезпечним, про що свідчить присвоєння йому 1 категорії небезпеки за значенням КНП. Однак треба зауважити, що у другому випадку значення КНП у 4 рази менше, ніж у порівнянні з базовим варіантом.

Таким чином, від джерела забруднення до житлових районів, як в першому випадку, так і в другому, повинна бути встановлена санітарно-захисна зона

(С33) розміром 1000 м.

**Практичне завдання.** Виконайте розрахунок ГДВ для кожної технологічної ділянки згідно двох умов: з урахуванням викиду з котельні мікрорайону та без урахування з переходом на газоподібне паливо. Вихідні дані в табл. 1.6-1.8.

Таблиця 1.6 – Витрати палива і кількість котлів шахтної котельні

Варіант	Витрати палива $B$ , г/с	Кількість котлів $N$ , шт.	Варіант	Витрати палива $B$ , г/с	Кількість котлів $N$ , шт.	Варіант	Витрати палива $B$ , г/с	Кількість котлів $N$ , шт.
1	1000	10	11	5000	4	21	8200	6
2	1200	9	12	5200	5	22	8400	7
3	1400	8	13	5400	6	23	8600	8
4	1600	7	14	5600	7	24	8800	9
5	1800	6	15	5800	8	25	7900	10
6	2000	5	16	6000	9	26	8100	1
7	2200	4	17	6200	10	27	8300	2
8	2400	3	18	6400	1	28	8600	7
9	2600	2	19	6600	2	29	8700	4
10	2800	3	20	6800	3	30	8900	5

*Примітка:* 1. У котельній мікрорайону один котел з параметрами, аналогічними для котлів шахти; 2. Ступінь очистки  $\eta=80\%$ .

Таблиця 1.7 – Дані для розрахунку викиду забруднюючих речовин від зварювальних постів

№ варіанту	Кількість постів, $N_1$	Тип електроду, $N_3$	Зварювальний аерозоль, $q_1$ , г/шт.	Марганець та його оксиди, $q_2$ , г/шт.
1-5	14	АНО-1	7,1	0,43
6-10	12	АНО-3	17,0	1,85
11-15	10	АНО-4	6,0	0,69
16-20	8	АНО-5	14,4	1,87
21-25	6	АНО-6	16,3	1,95
26-30	4	АНО-7	12,4	1,45

Таблиця 1.8 – Вихідні дані для розрахунку ГДВ

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Значення		
			Котельня шахти	Котельня мікрорайону	Зварювальний пост
Висота труби	$H$	м	48	30	5
Діаметр устя труби	$D$	м	1,5	1,0	0,4
Різниця між температурою газу і температурою атмосферного повітря	$\Delta T$	°C	220	300	0
Середня швидкість газоповітряної суміші	$W_0$	м/с	6,3	6,3	1,5
Коефіцієнт розсіювання	$A$	-	160	160	160