

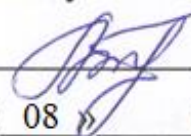
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет кораблебудування**  
**імені адмірала Макарова**

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

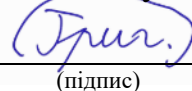
 Трохименко Г.Г.  
« 08 » 06 2026 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему **«ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗИ НА  
ДОВКІЛЛЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ»**

Виконала: студентка 4271 групи

 Григоренко Н.Д.  
(підпис)

Керівник: к.е.н., доцент  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 Літвак О.А.  
(підпис)

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра                      екології та природоохоронних технологій                     

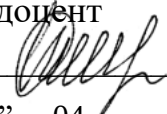
Спеціальність 101 Екологія                     

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»                     

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

                                           Магась Н.І.

“ 22 ” 04 2026 року

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Студентці                      Григоренко Надії Денисівні                     

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Оцінка впливу діяльності нафтобази на довкілля та обґрунтування заходів з підвищення екологічної безпеки»                     

Керівник роботи Літвак Ольга Анатоліївна, канд. екон. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора № 287-УЧ від « 22 » квітня 2026 року

2. Термін подання роботи: 08.06.2026 р.                     

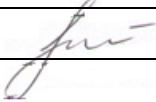
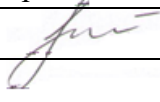
3. Вихідні дані по роботі: нормативно-законодавчі акти, технічна документація, методичні рекомендації, наукові публікації за темою дослідження.                     

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Теоретичні основи екологічної безпеки діяльності нафтобаз. 2. Загальна характеристика нафтобази як об'єкта екологічної оцінки. 3. Оцінка впливу діяльності нафтобази на компоненти довкілля. 4. Розробка заходів з підвищення рівня екологічної безпеки діяльності нафтобази 5. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів: Презентація – 18 слайдів.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                           | завдання видав                                                                      | завдання прийняв                                                                    |
| 5      | Маринець О.М., к.т.н., доцент             |  |  |
|        |                                           |                                                                                     |                                                                                     |
|        |                                           |                                                                                     |                                                                                     |

7. Дата видачі завдання 02.02.2026 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Номер | Назва етапів роботи                                              | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Вибір теми кваліфікаційної роботи                                | 02.02.2026                     | Виконано |
| 2     | Визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження        | 17.02.2026                     | Виконано |
| 3     | Складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел | 28.02.2026                     | Виконано |
| 4     | Написання розділу 1                                              | 10.03.2026                     | Виконано |
| 5     | Написання розділу 2                                              | 28.03.2026                     | Виконано |
| 6     | Написання розділу 3                                              | 15.04.2026                     | Виконано |
| 7     | Написання розділу 4                                              | 30.04.2026                     | Виконано |
| 8     | Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки              | 15.05.2026                     | Виконано |
| 9     | Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи          | 31.05.2026                     | Виконано |
| 10    | Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи                     | 08.06.2026                     | Виконано |
| 11    | Захист кваліфікаційної роботи                                    | 18.06.2026                     | Виконано |

Студентка



( підпис )

Григоренко Н.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



( підпис )

Літвак О.А.

(прізвище та ініціали)

## **Анотація**

### **до кваліфікаційної роботи «Оцінка впливу діяльності нафтобази на довкілля та обґрунтування заходів з підвищення екологічної безпеки» студентки Григоренко Надії Денисівни**

Кваліфікаційна робота присвячена оцінці впливу діяльності нафтобази на компоненти довкілля та обґрунтуванню заходів з підвищення рівня екологічної безпеки підприємства. У роботі проаналізовано основні джерела утворення забруднень, досліджено вплив на атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунти, флору і фауну, а також оцінено ризики для здоров'я населення.

Проведено аналіз утворення відходів і причин аварійних розливів нафтопродуктів. Визначено рівень екологічної небезпеки діяльності нафтобази за допомогою інтегрального показника, значення якого становить 0,73, що відповідає підвищеному рівню небезпеки.

Запропоновано комплекс технічних, організаційних і природоохоронних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу на довкілля, а також удосконалення системи екологічного моніторингу. Реалізація запропонованих заходів дозволяє знизити рівень екологічної небезпеки до середнього рівня.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаних джерел. Основний зміст викладено на 70 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 13 рисунків, 15 таблиць. Список використаних джерел складається із 62 найменувань.

**Ключові слова:** нафтобаза, екологічна безпека, нафтопродукти, забруднення довкілля, моніторинг, відходи, аварійні розливи, леткі органічні сполуки.

**Summary**  
**to the qualification work «Assessment of the environmental impact of oil depot operations and justification of measures to improve environmental safety»**  
**Hryhorenko Nadiia**

The qualification thesis is devoted to assessing the environmental impact of oil depot operations on environmental components and substantiating measures to improve the environmental safety level of the enterprise. The study analyzes the main sources of pollution, examines the impact on atmospheric air, water bodies, soils, flora and fauna, and also evaluates risks to public health.

An analysis of waste generation and the causes of accidental oil product spills was carried out. The level of environmental hazard of the oil depot activity was determined using an integral indicator, the value of which is 0.73, corresponding to an increased level of hazard.

A set of technical, organizational, and environmental protection measures aimed at reducing the negative impact on the environment and improving the environmental monitoring system has been proposed. The implementation of the proposed measures makes it possible to reduce the level of environmental hazard to a moderate level.

The qualification thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, and a list of references. The main content is presented on 70 pages of typed text, including 13 figures and 15 tables. The list of references includes 62 sources.

**Keywords:** oil depot, environmental safety, petroleum products, environmental pollution, monitoring, waste, accidental spills, volatile organic compounds.

## ЗМІСТ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                   | 8  |
| РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ<br>ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗ.....                    | 10 |
| 1.1 Класифікація нафтобаз, їх характеристика та призначення .....                             | 10 |
| 1.2 Проблеми екологічної безпеки діяльності нафтобаз .....                                    | 14 |
| 1.3 Нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки у сфері<br>діяльності нафтобаз .....  | 18 |
| РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАФТОБАЗИ ЯК<br>ОБ'ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ .....             | 21 |
| 2.1 Опис виробничої діяльності .....                                                          | 21 |
| 2.2 Технологічна схема роботи нафтобази .....                                                 | 23 |
| РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗИ НА<br>КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ.....                    | 26 |
| 3.1 Джерела утворення забруднень на нафтобазі.....                                            | 26 |
| 3.2 Оцінка впливу на атмосферне повітря .....                                                 | 30 |
| 3.3 Оцінка впливу на водні об'єкти .....                                                      | 33 |
| 3.4 Вплив забруднення нафтопродуктами на геологічне середовище та<br>грунти .....             | 36 |
| 3.5 Оцінка утворення відходів та поводження з ними на нафтобазі.....                          | 40 |
| 3.6 Вплив діяльності нафтобази на флору і фауну.....                                          | 43 |
| 3.7 Вплив діяльності нафтобази на здоров'я населення .....                                    | 45 |
| 3.8 Аналіз основних причин аварійних розливів нафтопродуктів на<br>нафтобазі .....            | 47 |
| РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ<br>ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗИ..... | 52 |
| 4.1 Визначення рівня екологічної небезпеки діяльності нафтобази.....                          | 52 |
| 4.2 Розробка заходів з підвищення рівня екологічної безпеки діяльності<br>нафтобази.....      | 55 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 Удосконалення системи екологічного моніторингу на нафтобазі .... | 60 |
| РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ .....                                         | 63 |
| 5.1 Загальні положення охорони праці .....                           | 63 |
| 5.2 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників .....                    | 64 |
| 5.3 Забезпечення пожежної безпеки на нафтобазі .....                 | 65 |
| ВИСНОВКИ .....                                                       | 69 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                     | 71 |

## ВСТУП

Сучасний розвиток паливно-енергетичного комплексу супроводжується функціонуванням об'єктів зберігання, перевантаження та транспортування нафтопродуктів, серед яких важливе місце займають нафтобази. Такі об'єкти мають важливе господарське значення, однак їх діяльність пов'язана з потенційним негативним впливом на навколишнє природне середовище. Основними джерелами екологічної небезпеки є викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, можливе забруднення ґрунтів і водних ресурсів нафтопродуктами, утворення відходів, а також ризик аварійних ситуацій, пов'язаних із витокami, розливами чи загорянням паливно-мастильних матеріалів.

Проблема забезпечення екологічної безпеки діяльності нафтобаз набуває особливої актуальності в умовах посилення вимог до охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів і запобігання техногенному навантаженню на території, прилеглі до промислових об'єктів. Недостатній рівень контролю за технічним станом обладнання, недосконалість природоохоронних заходів або порушення правил експлуатації можуть призводити до локального забруднення компонентів довкілля та погіршення екологічного стану територій у зоні впливу нафтобази. У зв'язку з цим важливого значення набуває комплексний аналіз впливу діяльності нафтобази на довкілля та розроблення обґрунтованих заходів щодо підвищення рівня екологічної безпеки.

Актуальність теми полягає в необхідності оцінювання екологічних аспектів діяльності нафтобази, виявлення основних факторів негативного впливу на довкілля та визначення ефективних шляхів його мінімізації. Практична спрямованість дослідження зумовлена тим, що результати роботи можуть бути використані для удосконалення природоохоронної діяльності підприємства, зниження рівня екологічної небезпеки та покращення стану навколишнього середовища в зоні його впливу.



**Метою кваліфікаційної роботи** є оцінка впливу діяльності нафтобази на компоненти довкілля та обґрунтування заходів з підвищення рівня екологічної безпеки в зоні її функціонування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- розглянути теоретичні основи екологічної безпеки діяльності нафтобаз;
- охарактеризувати основні джерела та чинники негативного впливу нафтобази на довкілля;
- проаналізувати вплив діяльності нафтобази на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти та інші компоненти навколишнього середовища;
- виконати оцінку утворення відходів та поводження з ними на нафтобазі;
- дослідити можливі екологічні наслідки аварійних ситуацій, пов'язаних із функціонуванням нафтобази;
- провести розрахунки з визначення рівня екологічної небезпеки діяльності нафтобази;
- обґрунтувати заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу нафтобази на довкілля та підвищення рівня екологічної безпеки;
- розглянути питання охорони праці і техніки безпеки при експлуатації нафтобази.

**Об'єктом дослідження** є діяльність нафтобази як джерело впливу на навколишнє природне середовище.

**Предметом дослідження** є вплив діяльності нафтобази на компоненти довкілля та заходи з підвищення екологічної безпеки в зоні її функціонування.

У процесі виконання роботи використано такі методи дослідження: аналіз і узагальнення наукових, нормативних та методичних джерел; порівняльний аналіз; системний підхід до оцінювання впливу нафтобази на довкілля; методи екологічного аналізу, оцінки техногенного впливу, а також методи обґрунтування природоохоронних заходів.

# **РОЗДІЛ 1**

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ**

### **НАФТОБАЗ**

#### **1.1 Класифікація нафтобаз, їх характеристика та призначення**

Нафтобази є ключовими об'єктами інфраструктури паливно-енергетичного комплексу, що забезпечують надійне зберігання, переробку та транспортування нафтопродуктів до споживачів. Вони відіграють важливу роль у стабільному функціонуванні транспорту, промисловості, енергетики та сільського господарства. Безперервність роботи нафтобаз є однією з умов енергетичної безпеки держави.

Разом із тим, нафтобази належать до категорії екологічно небезпечних об'єктів, оскільки їх діяльність пов'язана з ризиком потрапляння у навколишнє середовище токсичних і вибухонебезпечних речовин – насамперед вуглеводнів, сірчистих сполук, летких органічних речовин, мастил та паливних залишків. У разі порушення технологічного процесу або аварії відбувається забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, що може спричинити довготривалі наслідки для екосистем.

Метою функціонування нафтобаз є забезпечення безпечного, надійного та ефективного зберігання, обліку, підготовки і відпуску нафтопродуктів, а також виконання технологічних операцій із мінімальним впливом на довкілля.

Класифікація нафтобаз здійснюється за низкою критеріїв: функціональним призначенням, місцем розташування, видами транспортування, конструктивними особливостями, обсягами зберігання, типом зберіганих продуктів тощо (рис. 1.1).

Класифікація нафтобаз дозволяє встановити особливості їхнього функціонування, рівень екологічної небезпеки та вимоги до природоохоронних заходів. Найбільш небезпечними є великі припортові або трубопровідні бази, для яких передбачено багаторівневі системи контролю, локалізації розливів і

очищення стічних вод. Малі регіональні бази мають локальний характер впливу, однак також потребують системного екологічного моніторингу.

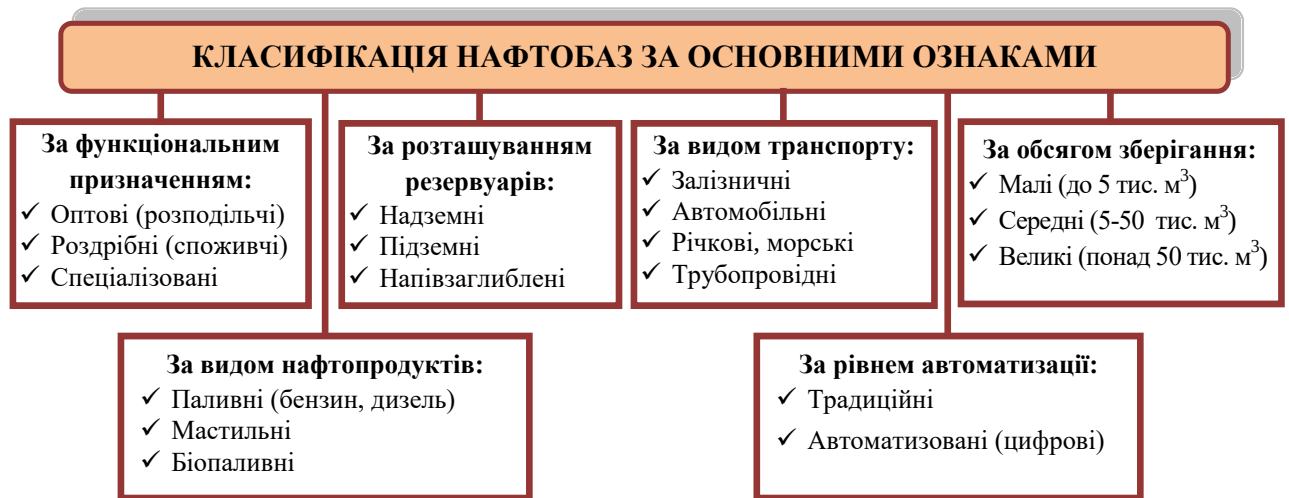


Рис. 1.1. Класифікація нафтобаз

## 1. За функціональним призначенням:

**Оптові (розподільчі) нафтобази** – великі комплекси, що приймають паливо від нафтопереробних заводів або портів і постачають його дрібнішим нафтобазам чи великим споживачам (підприємствам транспорту, енергетики). Такі бази мають розгалужену інфраструктуру, розвинену систему контролю, лабораторії якості, очисні споруди, резервуарний парк значного об’єму (до 200 тис. м³).

**Роздрібні (споживчі) нафтобази** – обслуговують автозаправні станції, комунальні підприємства, фермерські господарства. Обсяги зберігання становлять 1–10 тис. м³. Основна мета — забезпечення безперебійного постачання палива на регіональному рівні.

**Спеціалізовані нафтобази** – призначені для зберігання певних видів нафтопродуктів (авіапаливо, мастила, мазут, біопаливо тощо). Конструктивно вони мають особливі вимоги до матеріалів резервуарів, температурного режиму і систем пожежогасіння.

## 2. За розташуванням відносно рівня землі:

**Надземні нафтобази** – найпоширеніший тип. Резервуари встановлюються на поверхні або на спеціальних підпорах. Переваги: простота обслуговування, зручність контролю. Недоліки: більший ризик втрат палива через випаровування, потреба в ефективних системах протипожежного захисту.

**Підземні нафтобази** – резервуари розміщують нижче рівня землі або у спеціальних гірничих виробках. Такий тип підвищує безпеку від вибухів і впливу температур, але ускладнює технічний контроль і може створювати загрозу забруднення підземних вод.

**Напівзаглиблені системи** – компромісний варіант, що застосовується у районах із підвищеною сейсмічністю чи суворими кліматичними умовами.

## 3. За типом транспорту, що використовується для постачання:

**Залізничні нафтобази** приймають паливо у цистернах, часто поєднані з магістральними лініями.

**Річкові та морські нафтобази** розташовані біля портів і здійснюють операції із танкерами.

**Автомобільні** – отримують і відправляють нафтопродукти автоцистернами, характерні для невеликих регіональних баз.

**Трубопровідні** – безпосередньо з'єднані з нафтопродуктопроводами, що забезпечує великі обсяги перевалки.

## 4. За обсягами зберігання (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Класифікація нафтобаз за обсягами зберігання нафтопродуктів

| Категорія | Орієнтовний обсяг зберігання | Приклад використання                          |
|-----------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| Мала      | до 5 тис. м <sup>3</sup>     | місцеві підприємства, фермерські господарства |
| Середня   | 5–50 тис. м <sup>3</sup>     | регіональні бази, логістичні центри           |
| Велика    | понад 50 тис. м <sup>3</sup> | стратегічні резерви, морські порти            |

## 5. За видом нафтопродуктів:

- бензин, дизельне паливо, гас, мазут, мастила;

- біопаливо (біодизель, етанол);
- спеціальні рідини (розчинники, технічні оливи).

Типова нафтобаза складається з таких основних частин:

- резервуарного парку, у якому зберігаються нафтопродукти різних марок у герметичних сталевих або полімерних ємностях;
- насосних станцій і трубопровідних систем, що забезпечують перекачування палива;
- зливно-наливних естакад, де відбувається приймання та відвантаження продукції;
- очисних споруд, які призначені для очищення зливових і технологічних стоків від нафтопродуктів;
- лабораторій контролю якості, систем вентиляції та протипожежного захисту, пунктів охорони та адміністративних будівель.

Під час експлуатації нафтобази велике значення мають системи контролю за герметичністю резервуарів, сигналізація рівня заповнення, установки рекуперації парів бензину та автоматизовані системи екологічного моніторингу. Впровадження сучасних ІТ-технологій, систем дистанційного контролю та елементів цифровізації підвищує ефективність і безпечність таких об'єктів.

Основне призначення нафтобаз полягає у створенні запасів палива та забезпеченні його стабільного постачання споживачам. У технологічному процесі здійснюються такі основні операції:

- приймання нафтопродуктів різними видами транспорту;
- зберігання у резервуарах із контролем температури, герметичності та втрат;
- очищення і підготовка палива (фільтрація, осушення, стабілізація);
- відпуск споживачам у цистернах або автоцистернах;
- контроль якості та кількості палива.

Нафтобази є невід'ємною ланкою паливно-енергетичної системи країни, що забезпечує надійне зберігання і постачання нафтопродуктів. Їх класифікація здійснюється за рядом ознак – функціональним призначенням, конструкцією,

способом транспортування, обсягами зберігання тощо. Незважаючи на технічну складність, нафтобази залишаються потенційно небезпечними об'єктами через ризик забруднення навколишнього середовища. Тому важливим напрямом сучасного розвитку є вдосконалення систем екологічного контролю, застосування інноваційних методів очищення, рекуперації парів нафтопродуктів і моніторингу стану довкілля. Реалізація таких заходів сприяє підвищенню екологічної безпеки об'єктів нафтогосподарства та зниженню негативного впливу на природні екосистеми.

## **1.2 Проблеми екологічної безпеки діяльності нафтобаз**

Екологічна безпека є одним із ключових аспектів функціонування нафтобаз, оскільки діяльність, пов'язана зі зберіганням, транспортуванням та відпуском нафтопродуктів, супроводжується утворенням різноманітних забруднень. Негативний вплив на довкілля здійснюється через викиди в атмосферне повітря, скиди стічних вод, забруднення ґрунтів, а також утворення небезпечних відходів. У результаті цього шкідливі речовини потрапляють у всі основні компоненти навколишнього середовища – повітря, воду та ґрунти.

Одним із основних напрямів впливу є забруднення атмосферного повітря. При експлуатації нафтобаз утворюються вуглеводневі викиди, а також інші шкідливі речовини, що виникають під час зберігання, перекачування та зливно-наливних операцій. До основних забруднювачів належать діоксид сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю, а також тверді завислі частинки (табл. 1.2).

Забруднення атмосферного повітря може здійснюватися як організованими, так і неорганізованими викидами. Організовані викиди надходять через вентиляційні системи, факельні установки та димові труби і можуть контролюватися за допомогою очисного обладнання. Неорганізовані викиди виникають унаслідок випаровування нафтопродуктів із резервуарів, відкритих поверхонь, а також через витіки з обладнання. Їх складніше

контролювати, оскільки вони залежать від температури повітря, швидкості проведення технологічних операцій і фізико-хімічних властивостей пального.

Таблиця 1.2 – Основні забруднювачі атмосферного повітря при експлуатації нафтобази

| Речовина                  | Джерело утворення      | Екологічний вплив                    |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Вуглеводні (пари бензину) | Резервуари, естакади   | Забруднення повітря, утворення смогу |
| Бензол                    | Випаровування пального | Токсична, канцерогенна дія           |
| Оксиди азоту              | Робота транспорту      | Утворення кислотних дощів            |
| Оксид вуглецю             | Двигуни, обладнання    | Токсичний вплив                      |
| Сірчисті сполуки          | Паливо                 | Забруднення атмосфери                |

Як видно з табл. 1.2, найбільшу екологічну небезпеку для атмосферного повітря становлять вуглеводневі випаровування, насамперед пари бензину, а також супутні продукти роботи транспорту та допоміжного обладнання. Це обумовлює необхідність впровадження технічних рішень, спрямованих на зменшення випаровування пального та контроль викидів.

Важливим аспектом є також забруднення ґрунтів і геологічного середовища. Потрапляння нафтопродуктів у ґрунт відбувається внаслідок витоків, аварійних розливів або зі стічними водами. При значній концентрації забруднювачів територія може ставати непридатною для використання, зокрема у сільському господарстві. Особливу небезпеку становить проникнення нафтопродуктів у підземні води.

Ступінь забруднення ґрунтів залежить від глибини проникнення нафтопродуктів. За глибиною забруднення виділяють слабе (до 10 см) та сильне (понад 25 см) забруднення. Найбільш вразливими є піщані та супіщані ґрунти, які швидко поглинають забруднювальні речовини.

Розкладання нафтопродуктів у ґрунті відбувається поетапно: спочатку руйнуються легкі фракції вуглеводнів, далі відбувається біологічний розпад низькомолекулярних сполук під дією мікроорганізмів, а на завершальному етапі

– утилізація важких смолистих речовин. Тривалість відновлення ґрунтів може досягати десятків років і залежить від типу ґрунту, кліматичних умов та ступеня забруднення (рис. 1.2).

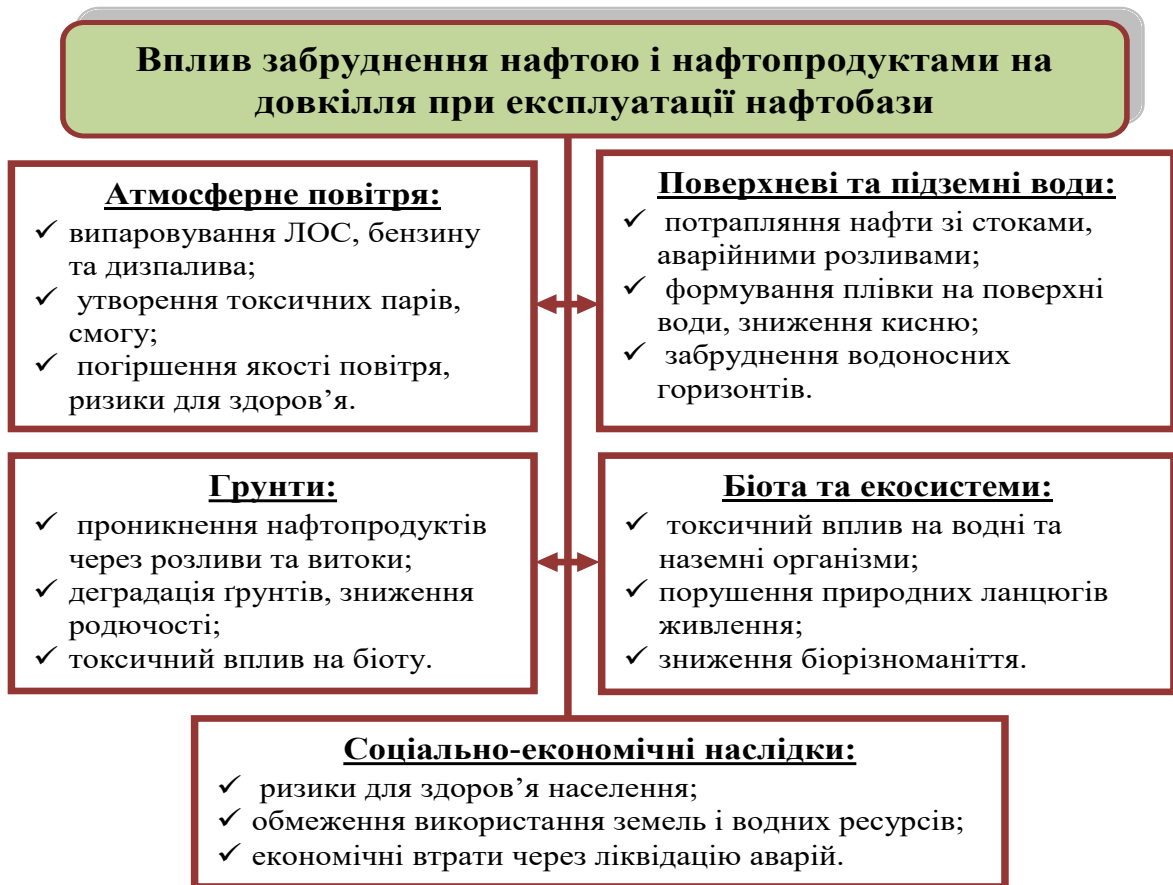


Рис. 1.2. Вплив забруднення нафтою і нафтопродуктами на довкілля при експлуатації нафтобази

Суттєвий вплив діяльність нафтобаз чинить і на водні ресурси. Забруднення може охоплювати поверхневі та підземні води, а також атмосферні опади, що контактують із забрудненими поверхнями. До складу стічних вод входять нафтопродукти, завислі речовини, тетраетилсвинець та інші токсичні компоненти.

Нафтопродукти, потрапляючи у воду, утворюють плівку на її поверхні, що перешкоджає газообміну, зменшує вміст розчиненого кисню та негативно впливає на водні організми (табл. 1.3). Особливо небезпечним є проникнення забруднюючих речовин у підземні водоносні горизонти, оскільки це ускладнює їх виявлення та подальше очищення.



Таблиця 1.3 – Залежність інтенсивності випаровування нафтопродуктів з відкритої поверхні розливу від температури та часу

| Товщина шару, м | 24 год (5°C) | 24 год (10°C) | 24 год (30°C) | 120 год (5°C) | 120 год (10°C) | 120 год (30°C) |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0,01            | 0,3          | 0,9           | 5,7           | 1,0           | 4,9            | 6,5            |
| 0,05            | 0,8          | 2,4           | 9,4           | 2,7           | 8,0            | 10,9           |
| 0,1             | 1,1          | 3,6           | 15,4          | 4,0           | 12,8           | 18,3           |
| 0,5             | 2,7          | 9,3           | 29,3          | 10,4          | 23,6           | 36,3           |
| 1,0             | 3,8          | 13,7          | 47,6          | 15,5          | 37,3           | 60,8           |

Навіть незначні концентрації нафтопродуктів у воді можуть спричиняти серйозні екологічні наслідки. При концентрації близько 0,1 мг/дм<sup>3</sup> спостерігається загибель ікри та молоді риби, при концентрації понад 1 мг/дм<sup>3</sup> зникає планктон, а при рівні 10–15 мг/дм<sup>3</sup> гине доросла риба.

Важливою проблемою є утворення виробничих і небезпечних відходів. У діяльності нафтобаз можуть утворюватися нафтовмісні шлами, забруднений ґрунт, відпрацьовані фільтри, забруднені сорбенти, промаслене ганчір'я, відходи очищення резервуарів та інші матеріали, що містять залишки нафтопродуктів. За відсутності належної системи збирання, тимчасового зберігання та утилізації такі відходи стають додатковим джерелом вторинного забруднення довкілля. Особливо небезпечним є їх потрапляння на відкритий ґрунт або до системи поверхневого водовідведення.

Окрему групу екологічних проблем становлять аварійні ситуації, зокрема витоки, масштабні розливи, загоряння та вибухи. Нафтобази є пожежо- та вибухонебезпечними об'єктами, а тому будь-яке порушення технологічного режиму, зношеність обладнання, корозія резервуарів або людський фактор можуть призвести до надзвичайних ситуацій. Наслідками таких подій є різке зростання рівня забруднення атмосферного повітря продуктами горіння, потрапляння нафтопродуктів у ґрунт і воду, знищення рослинності, а також загроза для життя і здоров'я людей. Аварійні забруднення зазвичай мають локально високу інтенсивність і потребують значних витрат на ліквідацію наслідків.

Ще однією проблемою є недосконалість або зношеність природоохоронної інфраструктури. На окремих об'єктах можуть бути відсутні або недостатньо ефективні системи уловлювання парів нафтопродуктів, локальні очисні споруди, герметичні покриття майданчиків, протифільтраційні екрани, системи контролю витоків. Недостатній технічний контроль за станом резервуарного парку та інженерних мереж підвищує ймовірність тривалого прихованого забруднення довкілля.

Суттєве значення має і накопичувальний характер впливу нафтобаз на навколишнє середовище. Навіть за відсутності великих аварій тривала експлуатація об'єкта може спричиняти поступове накопичення забруднюючих речовин у ґрунтах, донних відкладах, рослинності, а також погіршення якості атмосферного повітря в межах санітарно-захисної зони. Це створює постійне екологічне навантаження на природні компоненти та може призводити до деградації локальних екосистем.

Усі зазначені проблеми потребують постійного екологічного контролю, технічного вдосконалення обладнання та впровадження комплексу організаційних і природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу діяльності нафтобаз на довкілля.

### **1.3 Нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки у сфері діяльності нафтобаз**

Нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки діяльності нафтобаз в Україні ґрунтується на системі законодавчих і підзаконних актів, які регулюють охорону навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів, запобігання забрудненню атмосферного повітря, вод і земель, управління відходами, а також питання техногенної та пожежної безпеки. Для об'єктів зберігання нафтопродуктів така правова база має особливе значення, оскільки їх експлуатація пов'язана з потенційною небезпекою для довкілля та населення.

Базовим актом у сфері екологічного регулювання є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який визначає загальні

правові, економічні та соціальні основи охорони довкілля. Саме цей закон закріплює основні принципи природоохоронної діяльності, обов'язки підприємств щодо дотримання екологічних вимог, необхідність запобігання негативному впливу господарської діяльності на навколишнє середовище та відповідальність за порушення природоохоронного законодавства. Для нафтобаз цей закон є рамковою основою, на яку спираються інші спеціальні норми екологічного права.

Важливе місце у правовому регулюванні займає Закон України «Про охорону атмосферного повітря», який визначає правові та організаційні засади у сфері запобігання і зменшення викидів забруднюючих речовин. Для нафтобаз цей закон є особливо актуальним, оскільки під час зберігання, перекачування та відпуску пального можливе утворення викидів парів нафтопродуктів і летких органічних сполук. Відповідно, підприємство повинне забезпечувати дотримання встановлених екологічних вимог, контролювати обсяги викидів і впроваджувати заходи щодо їх зменшення.

Правове регулювання охорони водних ресурсів здійснюється насамперед на основі Водного кодексу України. Його положення спрямовані на раціональне використання і охорону вод, запобігання їх забрудненню, засміченню та виснаженню. Для нафтобаз це має принципове значення через ризик потрапляння нафтопродуктів у поверхневі та підземні води зі зливовими стоками, унаслідок аварійних розливів або фільтрації через забруднений ґрунт. Тому експлуатація таких об'єктів повинна супроводжуватися належним облаштуванням майданчиків, систем водовідведення та очищення стічних вод.

Охорона земель і ґрунтів регулюється Земельним кодексом України та Законом України «Про охорону земель». Ці акти визначають завдання охорони земель, передбачають систему заходів, спрямованих на запобігання їх забрудненню та деградації, а також покладають на суб'єктів господарювання обов'язок не допускати погіршення стану земельних ресурсів. Для нафтобаз це означає необхідність запобігання витокам і розливам нафтопродуктів, своєчасного виявлення забруднених ділянок і здійснення заходів з локалізації та усунення наслідків забруднення.

Суттєве значення має Закон України «Про управління відходами», який є основним сучасним актом у сфері поводження з відходами в Україні. Він регулює відносини, пов'язані із запобіганням утворенню відходів, їх збиранням, зберіганням, обробленням, відновленням та видаленням. У діяльності нафтобаз можуть утворюватися нафтовмісні шлами, забруднені сорбенти, промаслені матеріали, відходи очищення резервуарів та інші небезпечні відходи, тому дотримання вимог цього закону є важливою складовою екологічної безпеки підприємства.

Окреме місце в системі екологічного регулювання займає Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». Він встановлює правові та організаційні засади проведення оцінки впливу планованої діяльності на довкілля з урахуванням стану природного середовища, можливих екологічних наслідків та інтересів громадськості. Для об'єктів, пов'язаних із зберіганням, обробленням або перевантаженням небезпечних речовин, процедура оцінки впливу на довкілля може бути важливим інструментом превентивного екологічного контролю ще на стадії проектування, реконструкції чи розширення діяльності.

Оскільки нафтобази належать до потенційно небезпечних об'єктів, важливу роль відіграє Кодекс цивільного захисту України, який визначає поняття техногенної безпеки та загальні засади захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Його норми доповнюються Правилами техногенної безпеки, затвердженими наказом МВС України. Для нафтобаз це має практичне значення у зв'язку з необхідністю запобігання аваріям, пожежам, вибухам, витокам і розливам нафтопродуктів, а також підготовки підприємства до дій у разі надзвичайних ситуацій.

Таким чином, нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки діяльності нафтобаз є комплексним і охоплює вимоги щодо охорони повітря, вод, земель, управління відходами, проведення оцінки впливу на довкілля, а також дотримання техногенної безпеки. Ефективність екологічної безпеки таких об'єктів значною мірою залежить не лише від наявності нормативної бази, а й від практичного виконання встановлених вимог, системного контролю за станом обладнання, своєчасного впровадження природоохоронних заходів та відповідального ставлення підприємства до охорони довкілля.

## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАФТОБАЗИ ЯК ОБ'ЄКТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ

#### 2.1 Опис виробничої діяльності

Об'єктом екологічної оцінки є нафтобаза, розташована в Одеській області. Підприємство знаходиться у межах промислової зони, що забезпечує нормативну санітарно-захисну відстань до житлової забудови та об'єктів соціальної інфраструктури. Вибір локації зумовлений наявністю розвиненої транспортної інфраструктури регіону, близькістю до автомобільних магістралей та логістичних вузлів.

Нафтобаза є підприємством середньої потужності, яке здійснює приймання, зберігання, внутрішнє переміщення та відпуск світлих нафтопродуктів споживачам регіону. Основним видом діяльності підприємства є забезпечення паливом автозаправних станцій, транспортних підприємств, комунальних служб та промислових об'єктів Одеської області.

Постачання нафтопродуктів на нафтобазу здійснюється переважно автоцистернами, а також (за необхідності) залізничними цистернами через залізничну естакаду, що підвищує гнучкість логістики та забезпечує можливість приймання більших партій пального. Відпуск продукції споживачам виконується здебільшого автотранспортом через наливні пости.

Площа території становить 6,5 га, територія огорожена, має контрольно-пропускний пункт та внутрішні під'їзні шляхи з твердим покриттям. Нафтобаза працює цілорічно, у 2 зміни, з середньою чисельністю персоналу 45–55 осіб.

Підприємство спеціалізується на роботі зі світлими нафтопродуктами:

- бензин автомобільний (А-92, А-95);
- дизельне паливо (літнє/зимове);
- гас технічний (обмежено);
- мастильні матеріали (у тарі/контейнерах, у менших обсягах).

Загальний обсяг резервуарного парку (корисний об'єм зберігання) становить 12 000 м<sup>3</sup>, що дозволяє формувати оперативні запаси та забезпечувати безперебійне постачання споживачів. Орієнтовний річний вантажообіг (приймання + відпуск) – 85-110 тис. т/рік залежно від сезонності.

У складі нафтобази функціонують такі основні виробничі зони:

1. Резервуарний парк – група вертикальних сталевих резервуарів із понтоном/плаваючою покрівлею для бензинів та зі стаціонарною покрівлею для дизельного палива. Резервуари розміщені в обвалуванні (захисний вал) для локалізації можливого розливу.

2. Зливно-наливна естакада для автоцистерн (2 пости наливу) та майданчик зливу для автоцистерн (1 пост зливу).

3. Залізнична естакада для зливу/наливу залізничних цистерн з комплектом зливно-наливного обладнання, запірної арматури, засобів заземлення, а також технологічними лотками/піддонами для локалізації можливих проливів.

4. Приймальні колектори та трубопроводи, що забезпечують транспортування палива від естакад до насосної станції та резервуарів.

5. Насосна станція та вузол комерційного обліку (витратоміри, лічильники, система контролю рівня у резервуарах).

6. Лабораторія контролю якості нафтопродуктів (вхідний контроль партій, контроль щільності, вмісту води, механічних домішок).

7. Склад реагентів і мастильних матеріалів (у тарі), ремонтна дільниця, адміністративно-побутові приміщення.

8. Система збирання та очищення поверхневих стоків: дощова каналізація, пісковловлювач, нафтовідділювач, відстійник (локальні очисні споруди). Залізнична естакада використовується як додатковий (резервний) канал приймання та, за необхідності, відвантаження великих партій нафтопродуктів, що підвищує логістичну гнучкість підприємства та забезпечує можливість роботи з оптовими постачальниками. Її експлуатація здійснюється з

дотриманням вимог пожежної та екологічної безпеки, з контролем герметичності з'єднань і запобіганням проливам пального.

Також на території передбачені пожежні резервуари з водою, пожежні гідранти, піногенератори, блискавкозахист і заземлення технологічного обладнання.

Нафтобаза належить до об'єктів підвищеної екологічної та пожежної небезпеки через наявність великих обсягів легкозаймистих рідин, виконання зливно-наливних операцій та утворення викидів летких органічних сполук.

## **2.2 Технологічна схема роботи нафтобази**

Технологічна схема роботи нафтобази охоплює сукупність операцій із приймання, зберігання, підготовки та відпуску нафтопродуктів споживачам. Особливістю об'єкта є наявність двох каналів логістики: автомобільного та залізничного, що забезпечує гнучкість постачання, можливість приймання великих партій палива та стабільність роботи підприємства. Блок-схема послідовності технологічних операцій на нафтобазі наведена на рис. 2.1.

Технологічні операції за напрямками руху продукту наступні:

**1) *Приймання нафтопродуктів автоцистернами.*** Після прибуття автоцистерни на підприємство проводиться перевірка документів і вхідний контроль якості (відбір проб). Автоцистерну встановлюють на майданчику зливу, виконують заземлення, перевіряють справність арматури та герметичність з'єднань. Далі продукт через приймальний трубопровід подається на насосну станцію і перекачується у відповідний резервуар. Основні ризики на етапі зливу: локальні проливи, випаровування ЛОС, аварійні ситуації при розгерметизації рукавів або помилках персоналу.

**2) *Приймання нафтопродуктів залізничними цистернами (через залізничну естакаду).*** Залізничні цистерни подаються на естакаду, де виконується їх фіксація, під'єднання зливних пристроїв і заземлення. Після підтвердження якості партії продукт зливається через зливно-наливне обладнання в приймальний колектор з подальшим перекачуванням у

резервуарний парк. Екологічно значущі чинники: емісія ЛОС у зоні естакади, ризик проливів при під'єднанні/від'єднанні комунікацій, формування забрудненого поверхневого стоку з естакадного майданчика.

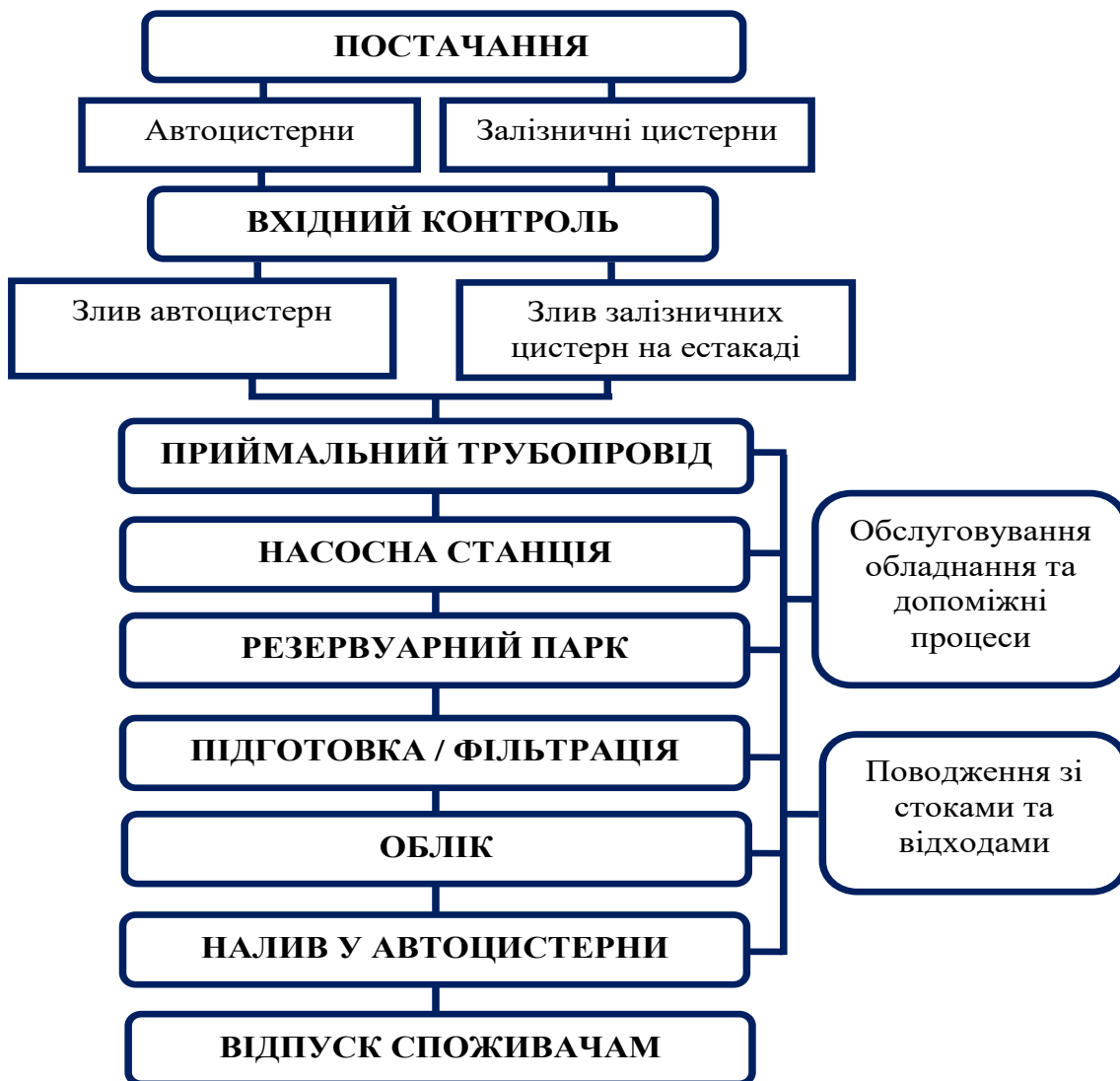


Рис. 2.1. Блок-схема послідовності технологічних процесів на нафтобазі

**3) Зберігання та контроль якості.** Зберігання здійснюється в резервуарному парку із постійним контролем рівня й герметичності. Для бензину найбільш суттєвими є втрати від випаровування (дихальні втрати), для дизельного палива – ризики витоків через арматуру та фланцеві з'єднання. Для забезпечення якості продукції застосовуються лабораторний контроль, періодичні перевірки наявності води та механічних домішок, а також регламентні огляди резервуарів і трубопроводів.



**4) Підготовка продукту до відпуску.** Перед відпуском нафтопродукти можуть проходити фільтрацію, а за потреби – додаткове осушення. Також виконуються внутрішні перекачування між резервуарами для формування однорідних партій. Ці операції здійснюються насосним обладнанням і супроводжуються підвищеними вимогами до герметичності систем.

**5) Відпуск споживачам.** Основний відпуск здійснюється через наливні пости автоцистерн із комерційним обліком. Автоцистерни підключаються до наливних рукавів, проводиться заземлення і контроль переливу. За необхідності (оптові партії або спеціальні поставки) можливе відвантаження нафтопродуктів і через залізничну естакаду, використовуючи обладнання для наливу цистерн та контроль вузлів обліку.

**6) Поводження зі стоками та відходами.** Поверхневі стоки з території підприємства, зливно-наливних майданчиків і залізничної естакади спрямовуються у зливу каналізацію та надходять на локальні очисні споруди (пісковловлювач → нафтовідділювач → відстійник/фільтр). В процесі експлуатації утворюються відходи: осади нафтовідділювачів, нафтошлам, промаслені фільтри, сорбенти, ганчір'я тощо, які підлягають роздільному збору, тимчасовому зберіганню та передачі ліцензованим організаціям.

**7) Обслуговування обладнання та допоміжні процеси.** До допоміжних процесів належать:

- мийка/очищення окремих елементів обладнання;
- ремонт і технічне обслуговування насосів, арматури;
- періодичне очищення резервуарів (утворення нафтошламів);
- прибирання території та обслуговування зливної каналізації й очисних споруд.

Саме ці операції формують значну частину відходів (забруднені сорбенти, шлами, промаслене ганчір'я, фільтри, осади нафтовідділювачів), які потребують належного обліку та передачі ліцензованим організаціям.

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗИ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

#### 3.1 Джерела утворення забруднень на нафтобазі

Діяльність нафтобазі супроводжується утворенням забруднень у різних компонентах довкілля – атмосферному повітрі, водному середовищі та ґрунтах, а також формуванням відходів. Джерела забруднення пов'язані з технологічними операціями приймання, зберігання, перекачування та відпуску нафтопродуктів, зокрема зі зливно-наливними операціями на автоестакаді та залізничній естакаді. Для екологічної оцінки доцільно виконати ідентифікацію організованих (через вентиляційні, технологічні виходи, дихальні клапани, контрольовані скиди) та неорганізованих джерел (випаровування з відкритих поверхонь при проливах, дифузні втрати, змив із покриттів).

Нафтобаза може бути джерелом:

- викидів в атмосферу – насамперед летких органічних сполук (ЛОС), парів бензину, продуктів згоряння від транспорту та резервного обладнання;
- забруднення вод – через поверхневий стік із технологічних майданчиків (нафтопродукти, завислі речовини), а також аварійні розливи;
- забруднення ґрунтів – внаслідок витоків і проливів, порушення герметичності ємностей і трубопроводів, недосконалого збору забруднених стоків;
- утворення відходів – нафтошлам, осади нафтовідділювачів, промаслені фільтри та сорбенти, тара з-під матеріалів тощо;
- фізичних факторів впливу – шум, вібрація та теплове навантаження від насосного обладнання і транспорту.

Нижче наведено систематизацію основних джерел забруднень нафтобазі за видами діяльності (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Джерела утворення забруднень на нафтобазі

| Операція / зона                        | Джерело (обладнання, процес)                   | Основні забруднювачі або фактори                     | Середовище впливу               | Характер джерела            |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Приймання палива автоцистернами        | Зливний пост, рукави, з'єднання, арматура      | ЛОС (пари бензину), аерозолі нафтопродуктів; проливи | Повітря, ґрунт, поверхневі води | Неорганізоване (дифузне)    |
| Відпуск палива у автоцистерни          | Наливні пости, роз'єднання рукавів             | ЛОС; крапельні проливи                               | Повітря, ґрунт                  | Неорганізоване              |
| Приймання/відвантаження залізницею     | Залізнична естакада, зливно-наливне обладнання | ЛОС; проливи; забруднений стік з естакади            | Повітря, вода, ґрунт            | Переважно неорганізоване    |
| Зберігання у резервуарному парку       | Резервуари, дихальні клапани, люки             | ЛОС (дихальні втрати), запахи                        | Повітря                         | Організоване/неорганізоване |
| Перекачування та внутрішні переміщення | Насоси, фланці, трубопроводи                   | Мікровитоки, розливи при ремонтах                    | Ґрунт, вода                     | Неорганізоване              |
| Підготовка палива                      | Фільтри, водовідділювачі                       | Відпрацьовані фільтри, осад                          | Відходи, вода                   | Організоване                |
| Транспортні операції на території      | Рух авто, маневрування                         | NO <sub>x</sub> , CO, РМ (вихлоп); пил; шум          | Повітря, акустичне середовище   | Неорганізоване              |
| Обслуговування резервуарів             | Очищення резервуарів, ремонти                  | Нафтошлам, забруднені матеріали                      | Відходи, ґрунт                  | Організоване                |
| Поверхневий стік                       | Дошові стоки з майданчиків та естакад          | Нафтопродукти, завислі речовини                      | Вода, ґрунт                     | Організоване (через мережу) |
| Локальні очисні споруди                | Нафтовідділювач, відстійник                    | Осади, нафтешлам, забруднена вода                    | Вода, відходи                   | Організоване                |
| Ремонтна дільниця, склади              | Зберігання мастил, тари, матеріалів            | Промаслена тара, ганчір'я, сорбенти                  | Відходи, ґрунт                  | Організоване/неорганізоване |

За результатами ідентифікації джерел забруднення найбільш критичними з позиції екологічної оцінки є:

- зливно-наливні операції (автоестакада та залізнична естакада) – як основне джерело ЛОС і ризику проливів;
- резервуарний парк – як джерело «дихальних» втрат і потенційних витоків;

- поверхневий стік з технологічних майданчиків і естакад – як фактор забруднення водного середовища;

- утворення нафтовмісних відходів (осади, фільтри, нафтошлам), що потребує суворого обліку й передачі на утилізацію.

Забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами відбувається в результаті їх втрат при зберіганні в резервуарних парках. У зв'язку з цим важливим завданням під час експлуатації резервуарних парків є збереження якості та кількості продукту. Вирішення цього завдання вимагає забезпечення максимальної герметизації всіх процесів зливу, наливу та зберігання. Основна частка втрат від випаровування припадає на резервуари. Розподіл втрат нафтопродуктів на нафтобазі наведено на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Джерела втрат нафтопродуктів

Випаровування є одним із основних негативних фізико-хімічних процесів, характерних для нафти та нафтопродуктів. Воно призводить не лише до втрат цінної сировини, але й до забруднення атмосферного повітря вуглеводневими сполуками. Найбільша частка втрат нафтопродуктів припадає саме на стадію їх зберігання у резервуарах, що обумовлює необхідність приділення особливої уваги конструкції та умовам експлуатації резервуарного обладнання.

Втрати нафтопродуктів поділяються на природні, експлуатаційні та аварійні. До природних втрат належать втрати від випаровування, які виникають у результаті так званих «малих» і «великих дихань» резервуарів. Ці явища пов'язані зі зміною об'єму пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара та призводять до викидів вуглеводневих парів у навколишнє середовище.

«Мале дихання» резервуарів виникає внаслідок добових коливань температури навколишнього середовища. При підвищенні температури відбувається нагрівання нафтопродукту та пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара, що призводить до їх розширення і часткового витіснення через дихальну арматуру в атмосферу. У нічний період, при зниженні температури, об'єм газової суміші зменшується, і в резервуар надходить атмосферне повітря. Таким чином, відбувається циклічний процес «вдиху» і «видиху», що супроводжується постійними втратами легких фракцій нафтопродуктів.

Інтенсивність «малого дихання» залежить від амплітуди температурних коливань, типу резервуара, ступеня його заповнення, а також фізико-хімічних властивостей нафтопродукту. Найбільші втрати спостерігаються у резервуарах із фіксованою покрівлею, де утворюється значний газовий простір.

«Велике дихання» виникає під час проведення технологічних операцій, пов'язаних із заповненням або спорожненням резервуарів. При наливі нафтопродукту відбувається витіснення пароповітряної суміші з резервуара в атмосферу, що супроводжується значними викидами вуглеводневих парів. При зливі, навпаки, у резервуар надходить атмосферне повітря, яке насичується парами нафтопродуктів і в подальшому також може викидатися назовні.

Втрати від «великого дихання» зазвичай перевищують втрати від «малого дихання», оскільки пов'язані з інтенсивним переміщенням значних об'ємів пароповітряної суміші. Їх величина залежить від швидкості наливу або зливу, температури, складу нафтопродукту та герметичності обладнання.

Для більш детального розуміння процесів випаровування нафтопродуктів доцільно порівняти особливості «малого» та «великого дихання» резервуарів (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика “малого” та “великого дихання” резервуарів**

| Ознака                 | «Мале дихання»                                             | «Велике дихання»                                                         |
|------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Причина виникнення     | Добові коливання температури навколишнього середовища      | Проведення зливно-наливних операцій                                      |
| Суть процесу           | Розширення та стискання пароповітряної суміші в резервуарі | Витіснення або надходження пароповітряної суміші при зміні об’єму рідини |
| Характер процесу       | Періодичний (день/ніч)                                     | Короткочасний, але інтенсивний                                           |
| Обсяг викидів          | Відносно невеликий, але постійний                          | Значний, залежить від об’єму операцій                                    |
| Основні фактори впливу | Температура, ступінь заповнення резервуара, тип резервуара | Швидкість наливу/зливу, температура, склад нафтопродукту                 |
| Екологічна небезпека   | Хронічне забруднення атмосферного повітря                  | Пікові викиди вуглеводневих сполук                                       |

З екологічної точки зору обидва процеси є важливими джерелами вуглеводневих викидів у атмосферне повітря. Саме вони обумовлюють необхідність застосування сучасних технічних рішень, таких як резервуари з плаваючими дахами, системи рекуперації парів, а також герметизація технологічного обладнання. Впровадження цих заходів дозволяє значно зменшити втрати нафтопродуктів та знизити негативний вплив на довкілля.

### **3.2 Оцінка впливу на атмосферне повітря**

Одним із основних напрямів негативного впливу на довкілля при експлуатації нафтобази є забруднення атмосферного повітря. Найбільшим джерелом викидів є резервуарний парк, призначений для зберігання нафтопродуктів за умов атмосферного тиску. У процесі зберігання відбувається випаровування легких фракцій вуглеводнів, що надходять у повітря через дихальні клапани резервуарів, а також через нещільності у покритті та технологічному обладнанні.

Суттєве збільшення викидів спостерігається під час проведення зливно-наливних операцій, зокрема при заповненні резервуарів, коли пароповітряна суміш витісняється в атмосферу. Такі викиди належать до неорганізованих і характеризуються значною мінливістю залежно від температури повітря, швидкості проведення операцій та фізико-хімічних властивостей нафтопродуктів.

Додатковими джерелами забруднення атмосферного повітря на території нафтобази є автотранспорт, що забезпечує перевезення пального, а також допоміжне обладнання, включаючи насосні установки та котельне господарство. У процесі їх роботи утворюються оксиди азоту, оксид вуглецю, сірчисті сполуки та тверді частинки.

Орієнтовний перелік і кількість забруднювальних речовин, що можуть викидатися в атмосферу при експлуатації нафтобази, наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу при експлуатації нафтобази

| Найменування речовини   | Критерій | Значення, мг/м³ | Клас небезпеки | Викид, г/с | Викид, т/рік |
|-------------------------|----------|-----------------|----------------|------------|--------------|
| Свинець та його сполуки | ГДК м.р. | 0,001           | 1              | 0,000007   | 0,000018     |
| Діоксид азоту           | ГДК м.р. | 0,085           | 2              | 0,001020   | 0,002050     |
| Сажа                    | ГДК м.р. | 0,150           | 3              | 0,000048   | 0,000095     |
| Діоксид сірки           | ГДК м.р. | 0,500           | 3              | 0,000165   | 0,000320     |
| Сірководень             | ГДК м.р. | 0,008           | 2              | 0,000028   | 0,000007     |
| Оксид вуглецю           | ГДК м.р. | 5,000           | 4              | 0,014900   | 0,025100     |
| Вуглеводні C1–C5        | ОБРВ     | 50,000          | 4              | 14,50000   | 1,180000     |
| Вуглеводні C6–C10       | ОБРВ     | 30,000          | 4              | 3,450000   | 0,285000     |
| Амілени                 | ГДК м.р. | 1,500           | 4              | 0,470000   | 0,039000     |
| Бензол                  | ГДК м.р. | 1,500           | 2              | 0,380000   | 0,031000     |
| Ксилол                  | ГДК м.р. | 0,200           | 3              | 0,028000   | 0,002300     |
| Толуол                  | ГДК м.р. | 0,600           | 3              | 0,270000   | 0,022500     |
| Етилбензол              | ГДК м.р. | 0,020           | 3              | 0,009500   | 0,000750     |
| Бензин нафтовий         | ГДК м.р. | 5,000           | 4              | 0,240000   | 0,410000     |
| Гас                     | ОБРВ     | 1,200           | 3              | 0,000470   | 0,000900     |
| Вуглеводні C12–C19      | ГДК м.р. | 1,000           | 4              | 0,009800   | 0,017000     |

Сумарний річний обсяг викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря визначається як сума викидів усіх компонентів:

$$M_{\text{заг}} = \sum M_i.$$

За даними табл. 3.3  $M_{\text{заг}} = 2,01604$  т/рік

Для оцінки структури викидів визначимо частку основних речовин:

$$P_i = \frac{M_i}{M_{\text{заг}}} \cdot 100\%.$$

Результати розрахунків структури викидів наведені на рис. 3.2.

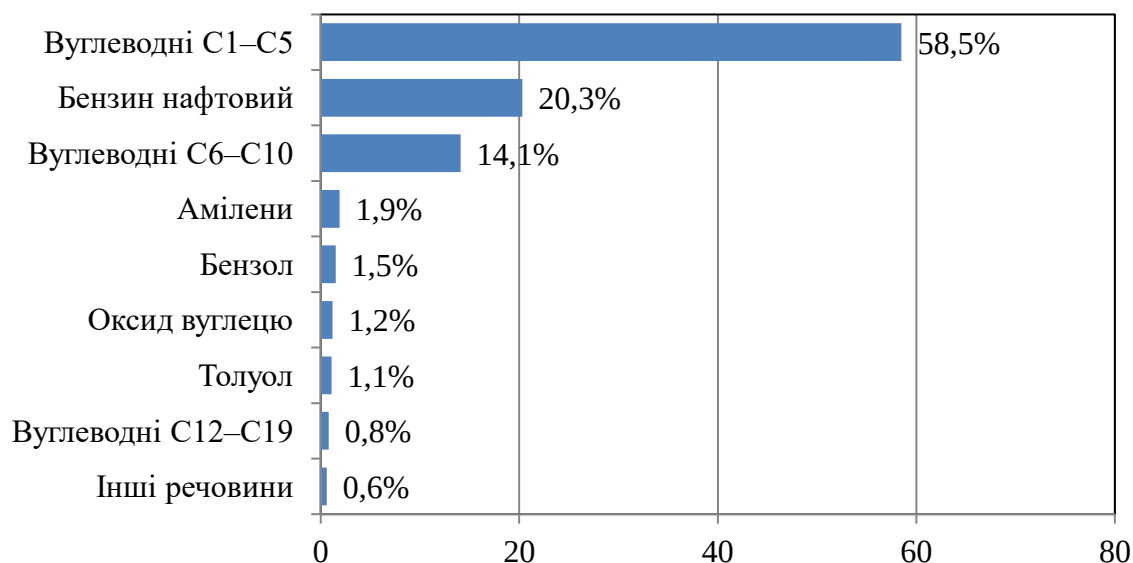


Рис. 3.2. Структура викидів забруднюючих речовин нафтобази

Таким чином, сумарний річний обсяг викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря при експлуатації нафтобази становить приблизно 2,02 т/рік. Аналіз структури викидів показав, що основна їх частка припадає на вуглеводневі сполуки. Зокрема, найбільший внесок формують легкі вуглеводні ( $C_1$ – $C_5$ ), частка яких становить більше 58 %, а також бензинові фракції – понад 20 %. Частка вуглеводнів середніх фракцій ( $C_6$ – $C_{10}$ ) становить близько 14 %. Інші забруднюючі речовини, включаючи оксид вуглецю, оксиди азоту та ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилол), мають значно менший внесок у загальний обсяг викидів.

Отримані результати свідчать, що саме вуглеводневі випаровування визначають рівень негативного впливу на атмосферне повітря, вони



характеризуються підвищеною токсичністю та негативно впливають на здоров'я людини. Все це обумовлює необхідність впровадження заходів, спрямованих на їх зменшення.

### **3.3 Оцінка впливу на водні об'єкти**

Під час проведення зливно-наливних операцій на нафтобазі можливе потрапляння залишків нафтопродуктів на поверхню технологічних майданчиків. За наявності дефектів покриття або порушення технологічної дисципліни ці забруднювальні речовини можуть проникати у ґрунт, а згодом – у поверхневі та підземні води. Особливу небезпеку становить міграція нафтопродуктів із водними потоками, що може призводити до забруднення джерел питного водопостачання.

Незважаючи на наявність передбачених проєктом заходів захисту, забруднення водних об'єктів можливе у випадку витоків із підземних резервуарів і трубопроводів, які є складними для візуального контролю. Такі витoki можуть тривалий час залишатися непоміченими, що підвищує ризик накопичення забруднювальних речовин у водному середовищі.

Основними забруднювачами стічних вод нафтобаз є нафтопродукти та завислі речовини. Їх концентрація залежить від характеру виробничих процесів, інтенсивності експлуатації транспорту, стану покриття території, а також сезонних факторів. Важливою особливістю є здатність нафтопродуктів утворювати стійкі емульсії та адсорбуватися на завислих частинках, що ускладнює процес їх очищення.

Середні показники забруднення виробничих стічних вод наведені у табл. 3.4. Кількість нафтовмісних стічних вод, що утворюються на нафтобазі, може змінюватися залежно від інтенсивності виробничої діяльності та погодних умов і становить орієнтовно від 10 до 90 м<sup>3</sup>/год. Особливістю таких скидів є їх локальний характер, що може призводити до формування підвищених концентрацій нафтопродуктів у межах окремих ділянок.

Таблиця 3.4 – Орієнтовна концентрація забруднень у стічних водах нафтобази

| Категорія стічних вод                            | Завислі речовини, мг/л | Нафтопродукти, мг/л | pH  | БСК <sub>(20)</sub> , мгО <sub>2</sub> /л | Тетраетил-свинець, мг/л |
|--------------------------------------------------|------------------------|---------------------|-----|-------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Стічні води від миття транспорту</b>          |                        |                     |     |                                           |                         |
| Легкові автомобілі                               | 350–550                | 15–35               | 7–8 | 18–35                                     | 0,008                   |
| Автобуси                                         | 800–1200               | 25–45               | 7–8 | 25–38                                     | 0,008                   |
| Вантажні малої вантажопідйомності                | 1300–1700              | 35–55               | 7–8 | 28–42                                     | 0,08                    |
| Вантажні великої вантажопідйомності              | 1800–3500              | 45–160              | 7–8 | 28–45                                     | 0,08                    |
| Автоцистерни                                     | 1800–3500              | 250–700             | 7–8 | 80–110                                    | 1,2                     |
| <b>Зливові стічні води з території нафтобази</b> |                        |                     |     |                                           |                         |
| Дощові стоки                                     | 2000–3800              | 130–220             | 7–9 | до 90                                     | 0,001                   |
| Змиви з території                                | 2000–3800              | 200–700             | 7–9 | до 180                                    | 0,01                    |
| <b>Інші стоки</b>                                |                        |                     |     |                                           |                         |
| Відстійні води                                   | до 25                  | до 7000             | 7–8 | 70                                        | 0,01                    |
| Конденсат від паронагрівачів                     | до 12                  | 15–90               | 7–8 | 35                                        | 0,001                   |

Для запобігання забрудненню водних об'єктів на нафтобазі передбачено локальні очисні споруди, призначені для очищення зливових і виробничих стічних вод. До їх складу входять пісковловлювачі, нафтовідділювачі та відстійники, у яких здійснюється механічне відокремлення завислих речовин і нафтопродуктів. Використання таких споруд дозволяє суттєво зменшити концентрацію забруднювальних речовин у стічних водах і запобігти їх потраплянню у природні водні об'єкти.

Технологічну схему локальних очисних споруд нафтобази наведено на рис. 3.3. Очищення води відбувається у 4 етапи: механічне → гравітаційне → сорбційне → контроль якості. Така багатоступенева система очищення забезпечує ефективне зниження концентрації нафтопродуктів у стічних водах.

Стічні води спочатку надходять до розподільчого колодязя, після чого потрапляють у пісковловлювач, де відбувається осадження крупнодисперсних частинок. Далі вода надходить до масло-бензовідділювача, у якому здійснюється відокремлення нафтопродуктів за рахунок різниці густини. На наступному етапі очищення відбувається у сорбційному фільтрі, де затримуються залишкові забруднювальні речовини. Очищена вода надходить до контрольного колодязя для відбору проб перед скиданням у водні об'єкти або систему водовідведення.

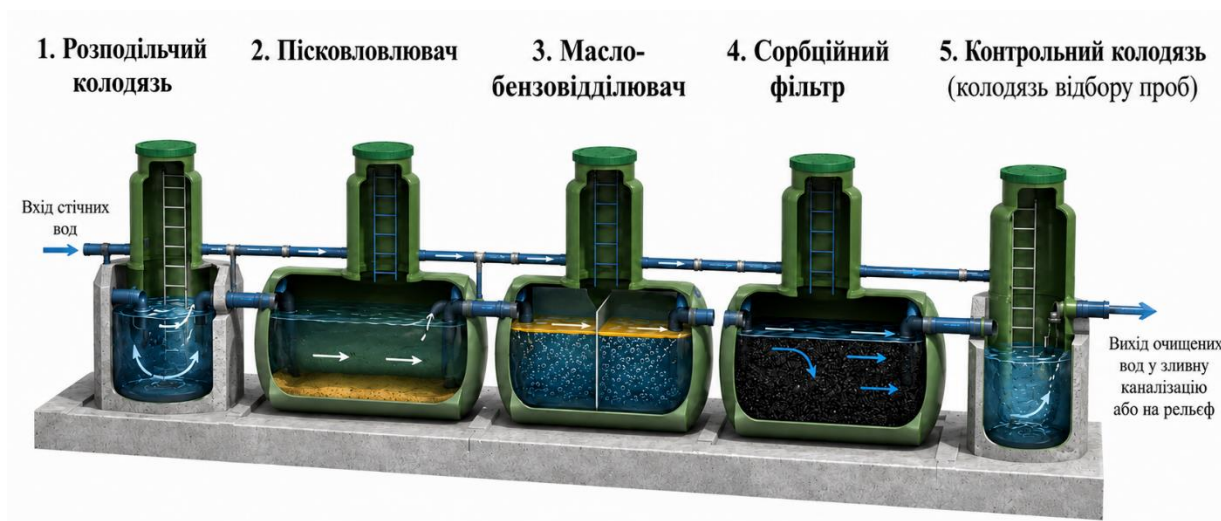


Рис. 3.3. Схема локальних очисних споруд нафтобази

Ефективність очищення стічних вод на нафтобазі залежить від конструкції локальних очисних споруд, складу забруднень і режиму експлуатації обладнання (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Орієнтовна ефективність очищення стічних вод на окремих етапах локальних очисних споруд

| Етап очищення         | Основні забруднювачі, що видаляються                       | Орієнтовна ефективність очищення, % |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Розподільчий колодезь | Вирівнювання потоку, попереднє відділення грубих домішок   | 5–10                                |
| Пісковловлювач        | Пісок, мул, крупнодисперсні завислі речовини               | 40–60                               |
| Масло-бензовідділювач | Нафтопродукти, легкі вуглеводні, плаваючі домішки          | 70–90                               |
| Сорбційний фільтр     | Залишкові нафтопродукти, дрібнодисперсні органічні домішки | 80–95                               |
| Контрольний колодезь  | Відбір проб та контроль якості очищеної води               | —                                   |

Найбільший внесок у видалення механічних домішок забезпечує пісковловлювач, тоді як основне вилучення нафтопродуктів відбувається в масло-бензовідділювачі та сорбційному фільтрі. Сукупна дія всіх етапів очищення дозволяє суттєво знизити концентрацію забруднювальних речовин у

стічних водах і зменшити ризик їх потрапляння у природні водні об'єкти. Багатоступенева система очищення забезпечує комплексне видалення як механічних домішок, так і нафтопродуктів, що є важливою умовою підвищення екологічної безпеки нафтобази.

### 3.4 Вплив забруднення нафтопродуктами на геологічне середовище та ґрунти

Відомо, що масштаби та інтенсивність забруднення нафтопродуктами різних компонентів геологічного середовища залежать як від фізико-хімічних параметрів нафтопродуктів, що зберігаються, так і фізико-географічних та інженерно-геологічних умов території (рис. 3.4).

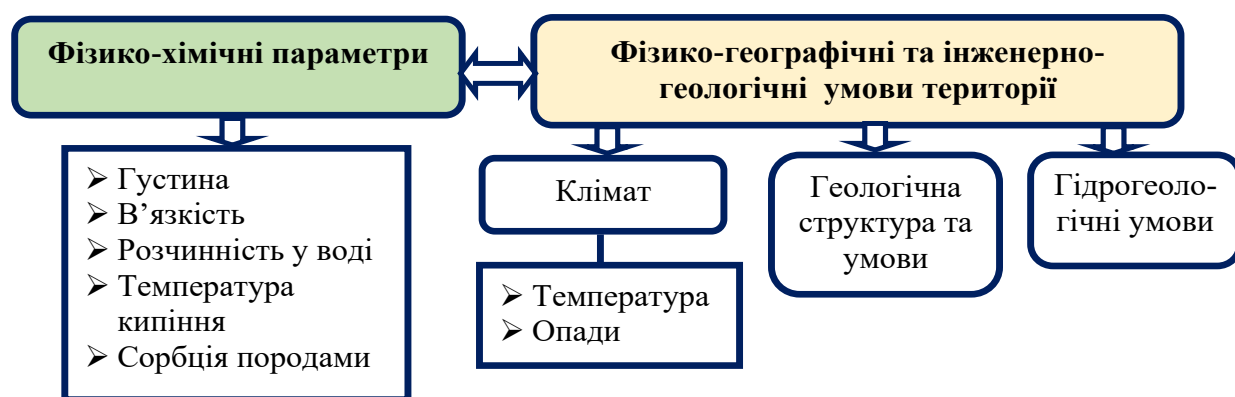


Рис. 3.4. Фактори, що впливають на ступінь забруднення компонентів геологічного середовища нафтопродуктами

На міграцію нафтопродуктів у породах та підземних водах істотно впливають їх фізичні та фізико-хімічні властивості – щільність, в'язкість, температура кипіння, водорозчинність та сорбування породами. Нижче наводиться фізико-хімічні властивості одного з видів нафтопродуктів – бензину, який найчастіше і в значних обсягах зберігається на нафтобазах.

Температура кипіння, що є прямою функцією молекулярної маси, характеризує здатність нафтопродуктів до випаровування. Бензини, що мають у своєму складі значні кількості вуглеводнів з низькою температурою кипіння,

можуть порівняно легко випаровуватися, наприклад, з поверхні забруднених нафтопродуктами ґрунтових вод, утворюючи в зоні аерації газові ореоли.

Щільність і в'язкість бензину, менше щільності та в'язкості води. Ця обставина обумовлює здатність останніх до більш швидкого пересування в пористому середовищі ґрунтів у порівнянні з іншими рідкими нафтопродуктами та власне водою. Розчинність нафтопродуктів у воді пов'язана з їх хімічним складом. Вона зменшується зі зниженням вмісту в них ароматичних вуглеводнів та підвищенням концентрацій циклопарафінових та особливо парафінових складових.

Оскільки у бензині основна частка посідає парафінові вуглеводні, отже, бензин має низьку розчинність у питній воді. Здатність вуглеводнів сорбуватися породами знижується в послідовності: олефіни → ароматичні → циклопарафіни → парафіни. Кількість сорбованих нафтових вуглеводнів в одиниці обсягу ґрунту залежить від загального вільного обсягу капілярів, тобто. від гранулометричного складу та вологості ґрунту.

Руйнування нафтопродуктів відбувається шляхом хімічного окислення та біогенного розкладання. Співвідношення та швидкості цих процесів залежать від умов середовища. Зокрема, внесок процесів хімічного окислення у руйнування нафтопродуктів різний, наприклад, для поверхневих та підземних вод. З огляду на особливості механізмів біогенного та хімічного окислення ряди стійкості вуглеводнів різних класів у цих процесах не збігаються. Так, швидкість біодеградації вуглеводнів змінюється в порядку: алкани → ароматичні вуглеводні → циклопарафіни. Але швидкість хімічного окислення, наприклад, у алканів менша, ніж у парафінів, тоді як у ароматичних вуглеводнів вона більша, ніж у циклопарафінів. Таким чином, бензини, порівняно з іншими нафтопродуктами, більш рухливі у геологічному середовищі та легше випаровуються створюючи газові ореоли.

Отже можна зазначити основні впливи нафтопродуктів на геологічне середовище:

- забруднення підземних вод. Нафтопродукти можуть проникати у ґрунтові води, поширюючись на значні відстані від первісного вогнища. Це небезпечно, оскільки забруднювачі можуть досягати водозабірних споруд та використовуватися для господарсько-питного водопостачання;

- зміна складу та властивостей ґрунтів. При міграції нафтопродуктів відбувається модифікація ґрунтів, що може призвести до розвитку негативних

геологічних процесів: зсувів, деформацій будівель та споруд, що знаходяться поблизу об'єктів зберігання нафтопродуктів.

- формування аномальних концентрацій металів (наприклад, марганцю, заліза) та токсичних органічних сполук у зоні відновлювальних умов.

При оцінці впливу діяльності нафтобази на навколишнє середовище велика увага приділяється ґрунтам, оскільки вони акумулюють забруднювачі в гумусовому горизонті протягом тривалого періоду, що призводить до надходження різних речовин у рослини та по трофічних ланцюгах в організм людини. В результаті розливу нафтопродуктів ґрунтовий покрив зазнає значного негативного впливу, а саме:

- зміна фізичних властивостей. Нафтопродукти гідрофобізують частинки ґрунту, порушують його пористість та щільність, що призводить до зміни аерації, температурного та водного режимів. Збільшується кількість водомісних частинок ґрунту розміром понад 10 мм, зменшується вміст агрономічно цінних дрібних частинок;

- порушення хімічного складу гумусу. Різко зростає кількість вуглецю в гумусі, підвищується співвідношення вуглецю та азоту (C/N), що погіршує азотний режим ґрунту та порушує кореневе харчування рослин;

- пригнічення активності ґрунтової мікрофлори. Забруднення уповільнює життєву активність актиноміцетів, целюлозоруйнівних бактерій, діатомових та жовто-зелених водоростей. Різко зменшується вміст азоту та фосфору;

- накопичення токсичних сполук. У нафтозабруднених ґрунтах можуть накопичуватися поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), які мають канцерогенні та мутагенні властивості. Також у відходах нафтовидобувної промисловості можуть міститися складні ефіри фталієвої кислоти, добре розчинні у воді і мігруючі з низхідними потоками підземних вод;

- пригнічення рослинності. Навіть невеликий вміст нафти у ґрунті (0,15%) знижує врожай зернових культур. При попаданні в ґрунт 2–5% нафти вона виявляється непридатною для проростання насіння деревних рослин та трав протягом не менше 5 років;

- порушення природних біоценозів. Змінюється видова різноманітність, знижується продуктивна здатність та ферментативна активність ґрунту.

Наслідками зазначених впливів може бути посилення процесу ерозії ґрунту через порушення водно-повітряного балансу та ризик накопичення забруднень з наступною міграцією до екосистем, включаючи водні об'єкти та

харчові ланцюги Природне відновлення нафтозабруднених ґрунтів може займати від 1–2 до 10–15 років, і навіть після цього може не відбутися повного повернення біоценозу та ґрунту до вихідного стану.

Основними джерелами забруднення ґрунту нафтопродуктами є: аварійні протоки при проведенні різних операцій;

- порушення герметичності резервуарів та трубопровідних комунікацій (у тому числі через корозію);
- вихід із нормального режиму експлуатації технологічного обладнання;
- порушення правил експлуатації технічних засобів та технологічного обладнання;
- утворення неутилізованих відходів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вплив діяльності нафтобази на ґрунти

| Джерело впливу               | Забруднювальні речовини         | Орієнтовна концентрація у ґрунті, мг/кг | Характер впливу                                       |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Витоки з резервуарів         | Нафтопродукти (вуглеводні)      | 500–2000                                | Порушення водно-повітряного режиму ґрунту, деградація |
| Зливно-наливні операції      | Бензин, дизельне паливо         | 300–1500                                | Локальне забруднення, пригнічення рослинності         |
| Аварійні розливи             | Важкі фракції нафтопродуктів    | 2000–10000                              | Тривале забруднення, токсичний вплив                  |
| Поверхневий стік             | Нафтопродукти, завислі речовини | 100–500                                 | Накопичення забруднень у верхньому шарі ґрунту        |
| Відходи (нафтошлам, мастила) | Вуглеводні, важкі метали        | 1000–5000                               | Вторинне забруднення, зміна властивостей ґрунту       |

У табл. 3.7 наведено усереднені річні втрати бензину залежно кількості циклів зливно-наливних операцій. Очевидно, що навіть при безаварійній роботі відбуваються серйозні втрати нафти та нафтопродуктів, що призводять до забруднення довкілля.

Для запобігання негативному впливу на ґрунти на нафтобазі передбачено комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів.

Зокрема, резервуарний парк розміщений у межах обвалування, яке виконує функцію захисного бар'єра та запобігає розповсюдженню нафтопродуктів за межі майданчика у разі аварійного розливу. Територія зливно-наливних

операцій, а також майданчики авто- та залізничної естакад мають тверде водонепроникне покриття (бетон або асфальтобетон), що перешкоджає проникненню нафтопродуктів у ґрунт.

Таблиця 3.7 – Усереднені річні втрати бензину в залежності від кількості циклів зливо-наливних операцій, т

| Місткість резервуару, м <sup>3</sup> | Кількість операцій зливу та наливу, од. |      |       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|------|-------|
|                                      | 12                                      | 48   | 96    |
| 400                                  | 2,9                                     | 9,4  | 15,9  |
| 1000                                 | 6,7                                     | 19,4 | 36,4  |
| 2000                                 | 12,6                                    | 35,5 | 66,0  |
| 3000                                 | 20,5                                    | 57,9 | 107,0 |
| 5000                                 | 28,4                                    | 80,8 | 156,6 |

Крім того, під обладнанням, яке може бути потенційним джерелом витоків (насоси, трубопроводи, з'єднання), встановлюються піддони або локальні приймальні лотки, призначені для збору випадкових проливів. Забруднені рідини спрямовуються до системи збору та очищення стічних вод. Для оперативної ліквідації аварійних розливів на підприємстві використовуються сорбційні матеріали та комплекти локалізації проливів.

Додатково здійснюється регулярний контроль технічного стану резервуарів, трубопроводів і з'єднань, що дозволяє своєчасно виявляти витoki та запобігати забрудненню ґрунтів. Сукупність зазначених заходів забезпечує захист ґрунтового покриву та геологічного середовища від потрапляння нафтопродуктів і сприяє зменшенню екологічного ризику при експлуатації нафтобази.

### 3.5 Оцінка утворення відходів та поводження з ними на нафтобазі

Діяльність нафтобази супроводжується утворенням різних видів відходів, що формуються в процесі зберігання, перекачування, очищення нафтопродуктів, експлуатації обладнання та обслуговування території. Відповідно до вимог



Закону України «Про управління відходами» та екологічного законодавства, підприємство зобов'язане здійснювати облік, класифікацію, тимчасове зберігання та передачу відходів ліцензованим організаціям.

Відходи на нафтобазі утворюються в результаті:

- очищення резервуарів і трубопроводів;
- експлуатації фільтрів та водовідділювачів;
- роботи локальних очисних споруд;
- ліквідації проливів нафтопродуктів;
- технічного обслуговування обладнання;
- господарської діяльності персоналу.

Відходи, що утворюються в процесі діяльності нафтобази, можуть відноситися до різних класів небезпеки, що потребує особливого підходу до їх обігу та утилізації.

Основні види відходів на нафтобазах:

- нафтошлами – складні фізико-хімічні суміші, що складаються з нафтопродуктів, води та механічних домішок (піску, глини, оксидів металів). Утворюються під час зачищення резервуарів для зберігання нафтопродуктів, очищення трубопроводів, насосних станцій, а також при зберіганні нафти в коморах та інших резервуарах. Можуть містити токсичні речовини, включаючи важкі метали та ароматичні поліциклічні сполуки;

- відходи від очищення нафтовмісних стічних вод. До них відносяться осади з очисних споруд, нафтовмісні стоки, нафтопродукти з нафтовишок і аналогічних споруд;

- забруднені обтиральні матеріали. Тканинна ганчір'я, що застосовується для протирання поверхонь, деталей обладнання, може містити нафтопродукти;

- забруднені ґрунти та пісок. Можуть з'являтися внаслідок розливів нафти чи технологічних процесів;

- відпрацьовані нафтопродукти. До них відносяться відпрацьовані олії (моторні, трансмісійні), герметизуючі рідини, мазут;

- відходи від обслуговування устаткування. Наприклад, використаний гас при промиванні обладнання;

- відходи від ліквідації аварій. Наприклад, відпрацьовані сорбенти та їх суміші з ґрунтом, ізоляційні та прокладочні матеріали.

Найбільш небезпечними є нафтовмісні відходи, що можуть містити залишки вуглеводнів, важкі метали, механічні домішки та воду (табл. 3.8, рис 3.6).

Частка відходів III класу небезпеки на нафтобазі становить 64,3%, це: нафтошлам, осади нафтовідділювачів, відпрацьовані мастила, які можуть містити токсичні компоненти. У разі порушення умов зберігання таких відходів можливе забруднення ґрунтів і підземних вод.

Таблиця 3.8 – Утворення відходів на нафтобазі

| Вид відходу                                               | Джерело утворення                 | Орієнтовний обсяг, т/рік | Клас небезпеки |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| Нафтошлам                                                 | Очищення резервуарів, відстійники | 20                       | III            |
| Осади з очисних споруд з вмістом летких органічних сполук | Нафтовідділювачі                  | 10                       | III–IV         |
| Відпрацьовані фільтри                                     | Система фільтрації                | 2                        | III            |
| Сорбенти                                                  | Ліквідація проливів               | 0,6                      | III            |
| Відпрацьовані мастила                                     | Техобслуговування                 | 3                        | III            |
| Тверді побутові відходи                                   | Адміністративна зона              | 12                       | IV             |
| Всього відходів                                           |                                   | 47,6                     |                |

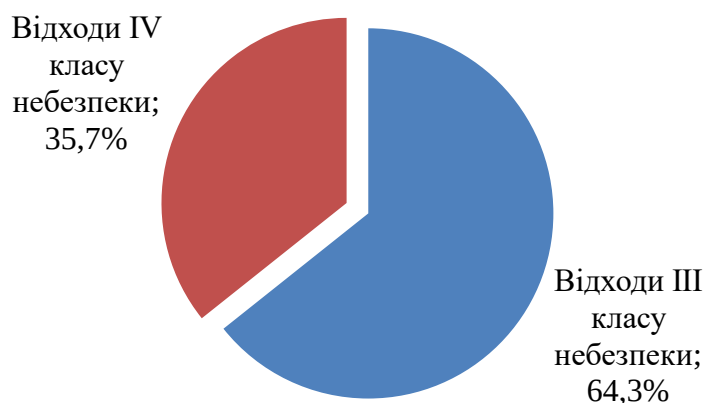


Рис. 3.6. Розподіл обсягів відходів нафтобазі за класами небезпеки

Для забезпечення екологічної безпеки на підприємстві впроваджуються комплексні заходи з поводження з відходами, що передбачають:

- облаштування герметичних контейнерів для нафтовмісних відходів;
- ізоляція майданчика зберігання відходів;
- контроль термінів накопичення відходів;
- екологічний аудит поводження з відходами.

Важливою умовою екологічно безпечного поводження з відходами на нафтобазі є їх своєчасна передача спеціалізованим суб'єктам господарювання у сфері управління відходами, які мають необхідні дозволи, а у разі поводження з небезпечними відходами – також відповідну ліцензію. Така передача повинна здійснюватися на договірних засадах із зазначенням коду відходів, їх обсягу та операцій з відновлення або видалення. Це дозволяє мінімізувати ризик накопичення нафтовмісних відходів на території підприємства, запобігти вторинному забрудненню ґрунтів і підземних вод та забезпечити дотримання вимог законодавства у сфері управління відходами.

### **3.6 Вплив діяльності нафтобази на флору і фауну**

Територія Одеської області належить до Причорноморського регіону, який характеризується значним біорізноманіттям та наявністю цінних природних екосистем. Тут поширені степові, лучні та прибережно-морські біоценози, що включають велику кількість видів рослин і тварин, частина з яких є рідкісними або занесеними до Червоної книги України. Особливу екологічну цінність мають прибережні території та водно-болотні угіддя, які виконують функції місць гніздування, міграції та зимівлі птахів. Такі природні умови зумовлюють підвищену чутливість флори і фауни до техногенного навантаження, пов'язаного з діяльністю об'єктів нафтогосподарства.

Основний негативний вплив на рослинний покрив проявляється через забруднення ґрунтів нафтопродуктами, що може виникати внаслідок витоків, аварійних розливів або порушення умов експлуатації обладнання. Потрапляння нафтопродуктів у ґрунт призводить до порушення водно-повітряного режиму,

зниження родючості та пригнічення росту рослин. У результаті можливе зменшення біомаси, деградація рослинного покриву та витіснення чутливих видів більш стійкими до забруднення (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Вплив діяльності нафтобази на компоненти біоти

| Фактор впливу                       | Вплив на флору                                                                 | Вплив на фауну                                          |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Забруднення ґрунтів нафтопродуктами | Пригнічення росту рослин, порушення фотосинтезу, деградація рослинного покриву | Зменшення кормової бази, втрата середовища існування    |
| Забруднення водних об'єктів         | Порушення розвитку водної рослинності, загибель водоростей                     | Загибель риби, зниження чисельності гідробіонтів        |
| Викиди вуглеводнів у повітря        | Пошкодження листкового апарату, зниження продуктивності рослин                 | Токсичний вплив на організм тварин, порушення дихання   |
| Аварійні розливи нафтопродуктів     | Масова загибель рослин, тривала деградація ґрунтів                             | Отруєння тварин, загибель птахів, руйнування біоценозів |
| Воєнні дії (обстріли, пожежі)       | Знищення рослинності, порушення природних угруповань                           | Масова загибель тварин, порушення міграційних шляхів    |

В умовах південного регіону України, де переважають посушливі кліматичні умови та обмеженість вологи, навіть незначне забруднення ґрунтів може мати довготривалі наслідки для рослинності. Особливо вразливими є природні степові угруповання та прибережна рослинність, які відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги території.

Негативний вплив на фауну проявляється через забруднення водного середовища, атмосферного повітря та ґрунтів. Потрапляння нафтопродуктів у водні об'єкти може призводити до зниження вмісту розчиненого кисню у воді, що негативно впливає на гідробіонтів, зокрема риб, молюсків і планктонні організми. Крім того, токсичні компоненти нафтопродуктів можуть накопичуватися в організмах тварин, порушуючи їх фізіологічні процеси.

Для наземної фауни небезпеку становить як прямий контакт із забрудненими ділянками, так і вторинне отруєння через харчові ланцюги. Особливо чутливими є дрібні ссавці, птахи та безхребетні, які можуть втрачати середовище існування внаслідок деградації рослинного покриву. В умовах прибережної зони додаткового ризику зазнають водоплавні птахи, для яких нафтопродукти порушують теплообмін і здатність до пересування.

Додатковим фактором впливу є викиди вуглеводневих сполук в атмосферне повітря, які можуть спричиняти пригнічення фотосинтетичних процесів у рослин і негативно впливати на стан екосистем у цілому. Хронічне забруднення повітря може призводити до поступового погіршення стану біоти навіть за відсутності аварійних ситуацій.

В умовах можливих аварійних розливів або надзвичайних ситуацій, у тому числі пов'язаних із воєнними діями, вплив на флору і фауну може набувати масштабного характеру. У таких випадках відбувається швидке поширення забруднення, що призводить до загибелі рослинності, порушення природних біоценозів і тривалого відновлення екосистем.

Таким чином, діяльність нафтобази чинить комплексний вплив на флору і фауну прилеглої території, який проявляється як у формі хронічного техногенного навантаження, так і у вигляді потенційних аварійних ризиків. Це обумовлює необхідність впровадження ефективних природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу та збереження природних екосистем регіону.

### **3.7 Вплив діяльності нафтобази на здоров'я населення**

Діяльність нафтобази може чинити потенційний вплив на здоров'я населення, що проживає у прилеглих до підприємства районах. Основними шляхами впливу є забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів, що формують комплексне екологічне навантаження на людину.

Найбільш суттєвий вплив пов'язаний із викидами в атмосферне повітря вуглеводневих сполук, зокрема парів бензину та ароматичних вуглеводнів

(бензол, толуол, ксилол). Тривалий вплив таких речовин може спричиняти подразнення органів дихання, головний біль, алергічні реакції, а в окремих випадках – токсичний і канцерогенний ефект.

Забруднення водних об'єктів нафтопродуктами створює ризик потрапляння шкідливих речовин у систему водопостачання. Вживання забрудненої води або контакт із нею може негативно впливати на стан здоров'я людини, викликаючи порушення роботи внутрішніх органів.

Опосередкований вплив здійснюється через забруднення ґрунтів, що може призводити до накопичення токсичних речовин у продуктах харчування та подальшого їх потрапляння в організм людини через харчові ланцюги.

Особливу небезпеку становлять аварійні ситуації, пов'язані з розливами нафтопродуктів, пожежами та вибухами, які можуть супроводжуватися різким погіршенням якості повітря та створювати безпосередню загрозу для життя і здоров'я населення. В умовах воєнних дій ці ризики зростають унаслідок можливого пошкодження об'єктів нафтобази в результаті обстрілів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 – Основні фактори впливу діяльності нафтобази на здоров'я населення

| Фактор впливу                | Шлях впливу                 | Можливі наслідки для здоров'я                                |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Викиди вуглеводнів у повітря | Інгаляційний (дихання)      | Подразнення дихальних шляхів, головний біль, токсичний вплив |
| Забруднення води             | Через питну воду та контакт | Порушення роботи внутрішніх органів, інтоксикація            |
| Забруднення ґрунтів          | Через харчові ланцюги       | Накопичення токсичних речовин в організмі                    |
| Аварійні розливи             | Комплексний вплив           | Гострі отруєння, погіршення стану довкілля                   |
| Пожежі та вибухи             | Прямий і інгаляційний       | Опіки, отруєння продуктами горіння                           |
| Воєнні дії                   | Комплексний                 | Масштабні екологічні та медичні ризики                       |

Таким чином, вплив діяльності нафтобази на здоров'я населення має комплексний характер і потребує постійного екологічного контролю, дотримання санітарно-гігієнічних норм і впровадження заходів з мінімізації негативного впливу.

### **3.8 Аналіз основних причин аварійних розливів нафтопродуктів на нафтобазі**

Аварійні розливи нафтопродуктів є одними з найбільш небезпечних факторів негативного впливу на довкілля при експлуатації нафтобаз. Вони можуть призводити до забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, а також супроводжуватися значними викидами вуглеводневих парів у атмосферне повітря. Для нафтобази питання попередження аварійних ситуацій є ключовим елементом забезпечення екологічної та техногенної безпеки.

Аналіз причин виникнення аварійних ситуацій свідчить, що вони мають комплексний характер і можуть бути пов'язані із технічними, технологічними організаційними і зовнішніми факторами (рис. 3.7).

Однією з основних причин є порушення герметичності технологічного обладнання, зокрема резервуарів, трубопроводів, запірної арматури та зливно-наливних пристроїв. Зношення матеріалів, корозійні процеси та механічні пошкодження можуть призводити до витоків нафтопродуктів, які часто залишаються непоміченими на початкових стадіях.

Суттєву роль відіграє технічний стан резервуарного парку. У разі недостатнього контролю за станом днища та стінок резервуарів можливе виникнення прихованих витоків, що призводять до поступового забруднення ґрунтів і підземних вод. Особливо небезпечними є витoki з підземних ємностей і трубопроводів, оскільки вони не піддаються візуальному контролю і можуть тривалий час залишатися невиявленими.



Рис. 3.7. Основні причини аварійних розливів нафтопродуктів на нафтобазі

Додатково до зазначених факторів, суттєвий вплив на виникнення аварійних розливів мають такі технічні причини, як дефекти заводського виготовлення обладнання, недоліки монтажних і зварювальних робіт, а також нерівномірна осадка основ резервуарів, що призводить до виникнення додаткових механічних напружень у конструкціях. Важливу роль відіграють також гідравлічні удари, вібрації та перевищення допустимого тиску в системах транспортування нафтопродуктів, які можуть спричиняти руйнування трубопроводів та витоки.

Ще однією поширеною причиною аварійних розливів є порушення технологічного режиму при проведенні зливно-наливних операцій. Переповнення резервуарів, неправильне підключення рукавів, відсутність контролю за рівнем заповнення та швидкістю перекачування можуть призводити до переливів і розливів нафтопродуктів на поверхню технологічних майданчиків.



Значний вплив мають також організаційні фактори, зокрема недостатній рівень підготовки персоналу, порушення інструкцій з експлуатації обладнання, відсутність належного контролю за технологічними процесами та несвоєчасне проведення технічного обслуговування. Людський фактор часто виступає однією з основних причин виникнення аварійних ситуацій.

Окремо слід відзначити недостатній рівень систематичного моніторингу технічного стану обладнання, що ускладнює своєчасне виявлення витоків на ранніх стадіях. Відсутність або недостатня ефективність систем контролю може призводити до накопичення забруднень і переходу локальних витоків у масштабні аварійні ситуації.

Окремо слід виділити вплив зовнішніх факторів, таких як екстремальні погодні умови, зокрема значні коливання температури, інтенсивні опади або підтоплення території, які можуть спричиняти пошкодження обладнання та порушення нормального режиму роботи підприємства.

Наявність великої кількості бензину і дизельного палива в резервуарному парку нафтобази, створює небезпеку виникнення пожежі в разі витоку палива і наявності джерела запалення [56]. За результатами аналізу багаторічних статистичних даних щодо аварійних ситуацій на об'єктах нафтогосподарства встановлено, що аварії на нафтобазах мають різну природу виникнення, однак переважно пов'язані з вибухами парів нафтопродуктів, порушенням технологічних регламентів та втратою герметичності резервуарного обладнання [57,59, 61]. Орієнтовний розподіл причин аварій на нафтобазах наведено на рис. 3.8.

Дані рис. 3.8 свідчать, що найбільшу частку в структурі аварій на нафтобазах становлять вибухи парів нафтопродуктів під час очищення резервуарів та виконання робіт із донними залишками. Це підтверджує підвищену небезпеку технологічних операцій, пов'язаних із відкриттям резервуарів, проведенням ремонтних і очисних робіт. Значну частку становлять також аварії, пов'язані з втратою герметичності резервуарів, переливанням бензину та порушенням експлуатації технологічних ліній. Отримані дані

свідчать про необхідність посилення технічного контролю, дотримання регламентів безпеки та впровадження систем раннього виявлення витоків і вибухонебезпечних концентрацій парів.



Рис. 3.8. Орієнтовний розподіл причин аварій на нафтобазах

Окрему групу ризиків для нафтобази становлять надзвичайні ситуації, пов'язані з воєнними діями. Зокрема, в умовах триваючої збройної агресії на території України існує загроза ураження об'єктів нафтогосподарства внаслідок ракетних або артилерійських обстрілів. Потрапляння снаряду або уламків у резервуари, трубопроводи чи зливно-наливні естакади може призвести до розгерметизації обладнання, масштабних розливів нафтопродуктів, а також до їх займання або вибуху.

Особливу небезпеку становить утворення вибухонебезпечних пароповітряних сумішей у резервуарах і технологічних зонах. За наявності джерела запалювання це може спричинити пожежі великого масштабу або вибухи, що супроводжуються значними матеріальними збитками та серйозними екологічними наслідками, включаючи забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водних об'єктів.

У зв'язку з цим важливим напрямом підвищення екологічної та техногенної безпеки є впровадження додаткових заходів захисту об'єкта в умовах воєнних ризиків. До таких заходів належать розосередження резервуарного парку, використання захисних конструкцій, забезпечення наявності протипожежних засобів підвищеної ефективності, створення аварійних запасів сорбційних матеріалів, а також розроблення і регулярне оновлення планів реагування на надзвичайні ситуації.

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОБАЗИ

#### 4.1 Визначення рівня екологічної небезпеки діяльності нафтобази

Визначення рівня екологічної небезпеки нафтобази доцільно виконувати на основі інтегрального показника, який узагальнює вплив підприємства на основні компоненти довкілля та враховує техногенні ризики. Такий підхід відповідає логіці екологічної оцінки діяльності підприємств, оскільки дозволяє порівнювати об'єкти між собою, виділяти «критичні» напрями впливу та обґрунтовувати пріоритетність природоохоронних заходів.

Проведено розрахунок інтегрального індексу екологічної небезпеки  $I_{ен}$  як зваженої суми нормованих (безрозмірних) часткових індикаторів:

$$I_{ен} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot K_i, \quad (4.1)$$

де  $K_i$  – частковий коефіцієнт екологічної небезпеки за  $i$ -тим напрямом впливу ( $0 \dots 1$  або  $0 \dots >1$  залежно від нормування);

$w_i$  – ваговий коефіцієнт значущості  $i$ -того напрямку ( $\sum w_i = 1$ );

$n$  – кількість напрямів оцінки.

Для нафтобази доцільно виділити 5 ключових напрямів, які формують основний екологічний ризик:

1. Вплив на атмосферне повітря (викиди летких органічних сполук (вуглеводневі леткі фракції нафтопродуктів) та супутні речовини);
2. Вплив на водні ресурси (поверхневий стік, ризик нафтозабруднення);
3. Вплив на ґрунти (витоки, проливи, ризик забруднення території);
4. Утворення та небезпечність відходів (нафтошлам, осади, промаслені матеріали);
5. Аварійна (техногенна) складова – ймовірність розливів, пожеж, вибухів; наявність залізничної естакади як додаткового фактору ризику.

Щоб отримати порівнянні безрозмірні коефіцієнти  $K_i$ , використовують нормування відносно умовного нормативного (допустимого) рівня або «базового» рівня прийнятної безпеки:

$$K_i = \frac{P_i}{P_{i,ref}}, \quad (4.2)$$

де  $P_i$  – фактичне (або розрахункове) значення показника впливу;

$P_{i,ref}$  – референтне (допустиме) значення.

Щоб уникнути надмірних значень, на практиці часто застосовують обмеження:

$$K_i^* = \min\left(\frac{P_i}{P_{i,ref}}; 1,0\right). \quad (3.3)$$

Допустимо використати експертно-нормовану шкалу (на основі діапазонів), де кожному напрямку присвоюють  $K_i$  у межах 0...1:

- 0,2 – низький вплив;
- 0,4 – помірний вплив;
- 0,6 – середній вплив;
- 0,8 – підвищений вплив;
- 1,0 – високий вплив.

Враховуючи специфіку нафтобази, а саме: домінування забруднення атмосферного повітря леткими органічними сполуками (ЛОС) та аварійних ризиків, приймемо такі вагові коефіцієнти значущості:

- $w_1 = 0,30$  – атмосферне повітря (ЛОС);
- $w_2 = 0,20$  – водні ресурси (стік, нафтопродукти);
- $w_3 = 0,15$  – ґрунти (витоки/проливи);
- $w_4 = 0,15$  – відходи (нафтошлам, осади, мастила);
- $w_5 = 0,20$  – аварійна складова (розливи, пожежі, вибухи; авто- та залізнична естакада).

Сума вагових коефіцієнтів значущості повинна дорівнювати 1:

$$0,30+0,20+0,15+0,15+0,20=1,00.$$

На основі виконаних раніше оцінок (розділ 3) приймемо:

- атмосферне повітря – значні викиди парів вуглеводнів (ЛОС) (див. табл. 3.3). Це – підвищений вплив, отже приймаємо  $K_1 = 0,8$ .

- водні ресурси – наявні стоки з естакад, є локальні очисні споруди. Це – середній вплив, отже  $K_2 = 0,6$ .

- ґрунти – ризик проливів, але є обвалування і покриття. Це – середній вплив, отже  $K_3 = 0,6$ .

- утворення відходів – нафтошлам, осади, мастила (III клас небезпеки). Це – підвищений вплив, отже  $K_4 = 0,8$ ;

- ризик аварійних ситуацій – наявність резервуарного парку, авто- і залізничної естакад. Це – підвищений вплив, отже  $K_5 = 0,8$ .

Виконуємо розрахунок інтегрального індексу екологічної небезпеки  $I_{ен}$  за формулою (4.1):

$$I_{ен} = 0,30 \cdot 0,8 + 0,20 \cdot 0,6 + 0,15 \cdot 0,6 + 0,15 \cdot 0,8 + 0,20 \cdot 0,8 = 0,73.$$

Таким чином, інтегральний індекс екологічної небезпеки нафтобази становить  $I_{ен} = 0,73$ .

Для інтерпретації інтегрального індексу екологічної небезпеки застосуємо шкалу:

- 0,00–0,30 – низький рівень екологічної небезпеки;
- 0,31–0,60 – середній рівень;
- 0,61–0,80 – підвищений рівень;
- 0,81–1,00 – високий рівень.

За отриманим значенням  $I_{ен} = 0,73$  діяльність досліджуваної нафтобази характеризується як об'єкт із підвищеним рівнем екологічної небезпеки.

Визначення інтегрального індексу екологічної небезпеки дозволило узагальнити вплив нафтобази на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, сферу поводження з відходами та аварійну складову. Встановлено, що найбільший внесок у загальний рівень небезпеки формують викиди парів вуглеводнів (резервуарний парк і естакади), небезпечні нафтовмісні відходи, а також підвищена аварійність, зумовлена наявністю резервуарів і залізничної естакади. Отриманий показник є підставою для визначення пріоритетних природоохоронних заходів (зниження викидів в атмосферу, посилення

герметизації, удосконалення збору стоків, оптимізація поводження з відходами та управління ризиками).

## 4.2 Розробка заходів з підвищення рівня екологічної безпеки діяльності нафтобази

Результати проведеної екологічної оцінки показали, що діяльність нафтобази характеризується підвищеним рівнем екологічної небезпеки, що зумовлено викидами вуглеводневих сполук в атмосферне повітря, ризиком забруднення водних об'єктів і ґрунтів, утворенням нафтовмісних відходів, а також імовірністю аварійних ситуацій під час зберігання, перекачування та відпуску нафтопродуктів. У зв'язку з цим необхідним є впровадження комплексу технічних, організаційних і природоохоронних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу підприємства на довкілля та підвищення рівня його екологічної безпеки (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Основні заходи з підвищення рівня екологічної безпеки нафтобази

| Напрямок           | Запропоновані заходи                                                             | Очікуваний ефект                                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Атмосферне повітря | Встановлення систем рекуперації парів пального на авто- та залізничній естакадах | Додаткове зниження викидів вуглеводнів на 30–50% |
|                    | Використання понтонів або плаваючих дахів на резервуарах                         | Скорочення випаровування легких фракцій бензину  |
| Водні ресурси      | Модернізація локальних очисних споруд із впровадженням коалесцентних фільтрів    | Підвищення ефективності очищення до 95–97%       |
|                    | Встановлення онлайн-контролю якості стічних вод                                  | Запобігання аварійним скидам                     |
| Ґрунти             | Впровадження геомембран під резервуарами                                         | Захист від прихованих витоків                    |
|                    | Система контролю підземних витоків (датчики)                                     | Раннє виявлення забруднення                      |
| Відходи            | Впровадження регенерації мастил і повторного використання                        | Зменшення обсягів відходів                       |
|                    | Цифровий облік відходів                                                          | Контроль і прозорість                            |

| Напрямок         | Запропоновані заходи                                         | Очікуваний ефект                |
|------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Аварійна безпека | Система автоматичного виявлення витоків і блокування         | Зниження ризику аварій          |
|                  | Впровадження системи прогнозування аварій                    | Превентивне управління          |
| Воєнні ризики    | Додатковий захист резервуарів (екрани, земляні вали)         | Зменшення наслідків обстрілів   |
|                  | Створення аварійних запасів сорбентів і мобільних комплектів | Швидка локалізація розливів     |
| Управління       | Впровадження системи екологічного менеджменту                | Системне управління екобезпекою |

Одним із пріоритетних напрямів є зменшення впливу на атмосферне повітря, оскільки найбільші втрати нафтопродуктів пов'язані з випаровуванням легких фракцій бензину під час зберігання та проведення зливно-наливних операцій на авто- та залізничній естакадах. Для цього доцільно впровадити системи рекуперації парів пального, модернізувати резервуарний парк шляхом використання понтонів або плаваючих покрівель, а також забезпечити належну герметичність трубопроводів, арматури та наливних пристроїв. Важливим є і постійний контроль технічного стану дихальної арматури, оскільки її несправність може бути причиною підвищених викидів вуглеводневих сполук.

На рис. 4.1 зображено установку рекуперації парів нафтопродуктів (VRU). Дане обладнання призначене для уловлювання вуглеводневих парів, що утворюються під час зберігання та перекачування пального у резервуарах і трубопроводах. Пари нафтопродуктів надходять до установки через систему трубопроводів, де відбувається їх очищення та конденсація. Отриманий конденсат повертається у технологічний процес, що дозволяє зменшити втрати пального та знизити негативний вплив на атмосферне повітря. Використання таких установок є важливим заходом підвищення екологічної безпеки нафтобаз.





Рисунок 4.1. Установка рекуперации парів нафтопродуктів (VRU) [62]

На рис. 4.2 наведено резервуар із плаваючим дахом, який безпосередньо контактує з поверхнею нафтопродукту. Така конструкція мінімізує утворення парового простору, що дозволяє значно зменшити випаровування легких фракцій пального та, відповідно, викиди вуглеводневих сполук в атмосферне повітря. «Плаваючі на поверхні нафти дахи майже повністю усувають газовий простір резервуарів від контакту з атмосферою, запобігаючи втратам легких фракцій нафти від «малих» і «великих дихань». Плаваючі дахи виготовляють із металу та пластмаси. Зазор між стінкою резервуара і плаваючим металевим дахом залишають до 25 см. Для ущільнення зазору між дахом і корпусом резервуара та запобігання витоку легких фракцій роблять спеціальні затвори з кольорового металу або з азбестової тканини, просоченої бензостійкою гумою. Застосування плаваючих дахів є найефективнішим на резервуарах, які працюють з великим коефіцієнтом оборотності» [19].

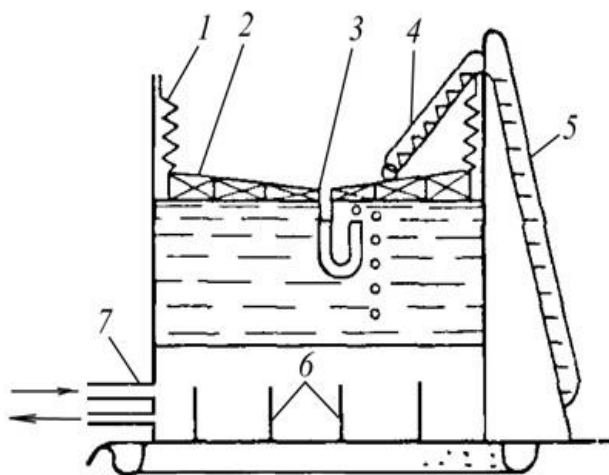


Рисунок 4.2. Резервуар із плаваючим дахом для зменшення випаровування нафтопродуктів: 1 – затвор, що ущільнює зазор між корпусом резервуара і плаваючим дахом; 2 – плаваючий дах; 3 – сифонна трубка для спускання зливових вод; 4 – сходи для огляду даху; 5 – сходи для підйому до плаваючого даху; 6 – шарнірна труба для спуску води; 7 – введення нафти в резервуар [38, 60]

З метою зменшення впливу на водні ресурси доцільним є вдосконалення локальних очисних споруд шляхом впровадження сучасних коалесцентних та сорбційних фільтрів, що дозволяють підвищити ефективність очищення стічних вод від нафтопродуктів. Додатково рекомендується впровадження систем автоматизованого контролю якості стічних вод у режимі реального часу, що забезпечить своєчасне виявлення перевищень та запобігання аварійним скидам.

Для підвищення рівня захисту ґрунтів і геологічного середовища доцільним є впровадження систем раннього виявлення витоків, зокрема датчиків контролю підземних протікань, а також використання сучасних гідроізоляційних матеріалів (геомембран) під резервуарами і технологічними майданчиками. Це дозволить запобігти прихованому забрудненню ґрунтів і підземних вод.

Важливим напрямом є удосконалення системи поводження з відходами. Рекомендується впровадження технологій регенерації відпрацьованих мастил, а також цифрового обліку відходів, що дозволить підвищити ефективність контролю за їх утворенням і передачею. Додатково доцільним є розширення

можливостей повторного використання окремих видів відходів, що відповідає принципам циркулярної економіки.

Підвищення рівня екологічної безпеки нафтобази неможливе без зниження аварійного ризику. З цією метою доцільно впроваджувати автоматичні системи контролю витоків, сигналізації та аварійного відключення насосного обладнання, удосконалювати протипожежний захист, оновлювати плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, а також проводити регулярне навчання персоналу.

У разі аварійних ситуацій особливе значення має оперативне застосування сорбційних матеріалів та інших засобів локалізації розливів. Сорбенти використовують для швидкого поглинання нафтопродуктів з поверхні твердого покриття, ґрунту або води, що дозволяє обмежити площу забруднення та запобігти подальшому поширенню небезпечних речовин у навколишнє середовище. Для ліквідації розливів на нафтобазах можуть застосовуватися сипучі мінеральні сорбенти, сорбційні мати, подушки, бони та інші спеціалізовані засоби. Їх використання є важливою складовою системи аварійного реагування, оскільки дає можливість зменшити ризик забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, а також прискорити подальше збирання і безпечне видалення забруднених матеріалів.

В умовах воєнних ризиків існує нагальна потреба підвищення стійкості об'єкта до зовнішніх впливів. Доцільним є застосування додаткових інженерних заходів захисту, зокрема створення земляних валів або захисних екранів навколо резервуарів, а також формування аварійних запасів сорбційних матеріалів і мобільних комплектів для швидкої локалізації розливів.

Організаційні заходи мають включати впровадження системи екологічного менеджменту відповідно до міжнародних стандартів (ISO 14001), постійний моніторинг екологічних показників та проведення внутрішнього екологічного аудиту.

Таким чином, підвищення рівня екологічної безпеки нафтобази потребує комплексного підходу, що поєднує технічне вдосконалення обладнання,

модернізацію систем очищення, належне поводження з відходами, зниження аварійного ризику та впровадження ефективного екологічного менеджменту. Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити негативний вплив підприємства на довкілля, підвищити надійність його функціонування та створити передумови для зниження інтегрального показника екологічної небезпеки.

#### **4.3 Удосконалення системи екологічного моніторингу на нафтобазі**

На досліджуваній нафтобазі здійснюються окремі заходи екологічного контролю, зокрема періодичні вимірювання якості атмосферного повітря, контроль стічних вод і ведення обліку відходів. Водночас існуюча система моніторингу має фрагментарний характер і не забезпечує безперервного контролю за всіма джерелами потенційного впливу. У зв'язку з цим доцільним є її удосконалення шляхом впровадження комплексного підходу, що поєднує сучасні технічні засоби контролю, автоматизацію процесів та інтеграцію даних у єдину систему управління.

Удосконалення системи екологічного моніторингу передбачає перехід від періодичного контролю до більш системного та частково безперервного спостереження за станом довкілля. Система екологічного моніторингу охоплює контроль атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів, поводження з відходами, а також технічний стан обладнання. Такий підхід дозволяє забезпечити комплексне спостереження за станом довкілля, своєчасно виявляти потенційні загрози та підвищити ефективність управління екологічною безпекою підприємства.

Одним із ключових напрямів є розширення контролю якості атмосферного повітря. Доцільним є встановлення стаціонарних датчиків контролю концентрацій летких органічних сполук (ЛОС) у найбільш навантажених зонах (резервуарний парк, зливно-наливні естакади), а також використання переносних газоаналізаторів для оперативних вимірювань. Це дозволить своєчасно виявляти підвищення концентрацій забруднювальних речовин і оцінювати ефективність роботи систем рекуперації парів.

Важливим напрямом удосконалення є модернізація контролю водних ресурсів. Окрім періодичного лабораторного аналізу, доцільно впровадити елементи автоматизованого моніторингу стічних вод, зокрема датчики контролю вмісту нафтопродуктів і завислих речовин у ключових точках локальних очисних споруд. Це забезпечить оперативне виявлення відхилень та знизить ризик несанкціонованого скиду забруднених стоків.

Моніторинг стану ґрунтів доцільно доповнити системою раннього виявлення витоків нафтопродуктів. Для цього можуть застосовуватися датчики контролю підземних протікань у зонах підвищеного ризику (під резервуарами, вздовж трубопроводів), а також періодичні лабораторні дослідження ґрунтів. Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти локальні забруднення та запобігати їх поширенню.

Удосконалення системи моніторингу також повинно охоплювати сферу поводження з відходами. Доцільним є впровадження цифрового обліку відходів із фіксацією їх кількості, складу, кодів та шляхів передачі. Це дозволить підвищити ефективність контролю за відходами, забезпечити прозорість екологічної діяльності та відповідність вимогам законодавства.

Важливою складовою є технічний моніторинг стану обладнання. Доцільним є розширення використання датчиків витоків, систем контролю герметичності резервуарів і трубопроводів, а також автоматизованих систем сигналізації. Це дозволяє своєчасно виявляти несправності обладнання та запобігати аварійним ситуаціям, що є критично важливим для нафтобаз.

З урахуванням сучасних підходів до управління екологічною безпекою, доцільним є інтегрування всіх елементів моніторингу в єдину інформаційну систему. Це забезпечує централізований збір, обробку та аналіз даних, а також підвищує оперативність прийняття управлінських рішень. Такий підхід дозволяє перейти від реагування на наслідки до превентивного управління екологічними ризиками (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Напрями удосконалення системи екологічного моніторингу на нафтобазі

| Об'єкт моніторингу | Запропоновані заходи удосконалення                       | Очікуваний ефект                   |
|--------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Атмосферне повітря | Встановлення датчиків ЛОС, використання газоаналізаторів | Оперативний контроль викидів       |
| Водні ресурси      | Автоматизований контроль якості стічних вод              | Запобігання аварійним скидам       |
| Ґрунти             | Датчики витоків, лабораторний контроль                   | Раннє виявлення забруднень         |
| Відходи            | Цифровий облік відходів                                  | Підвищення ефективності управління |
| Обладнання         | Системи контролю герметичності                           | Зниження аварійного ризику         |
| Управління         | Інтеграція в єдину інформаційну систему                  | Превентивне управління             |

Удосконалена система екологічного моніторингу повинна базуватися на комбінованому підході, що передбачає використання як власних засобів контролю підприємства, так і залучення акредитованих лабораторій для проведення детальних аналізів. Це дозволяє забезпечити достовірність результатів, оптимізувати витрати та підвищити ефективність екологічного контролю. Перехід до комплексної та частково автоматизованої системи моніторингу сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки нафтобазі та забезпечує більш стабільне функціонування підприємства в сучасних умовах.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **5.1 Загальні положення охорони праці**

Охорона праці є важливою складовою діяльності будь-якого підприємства, зокрема об'єктів нафтогосподарства, де виробничі процеси пов'язані з підвищеною небезпекою. Основною метою охорони праці є забезпечення безпечних і здорових умов праці, збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, а також запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням.

Правові та організаційні засади охорони праці в Україні визначаються законодавством, зокрема Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю, а також нормативно-правовими актами і стандартами у сфері безпеки праці. Відповідно до чинного законодавства, роботодавець зобов'язаний створити на робочих місцях умови праці, що відповідають вимогам безпеки, забезпечити працівників засобами індивідуального захисту та організувати належний контроль за дотриманням правил охорони праці.

На нафтобазах умови праці характеризуються наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких основними є вибухо- та пожежонебезпечність нафтопродуктів, виділення летких органічних сполук, вплив шуму, вібрації, а також можливість контакту з токсичними речовинами. У зв'язку з цим особливе значення має впровадження ефективної системи управління охороною праці, яка включає організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні заходи.

Система охорони праці на підприємстві передбачає проведення інструктажів (вступного, первинного, повторного), навчання працівників безпечним методам роботи, регулярний медичний огляд персоналу, а також контроль за технічним станом обладнання. Важливим елементом є оцінка професійних ризиків та розроблення заходів щодо їх мінімізації.

Особлива увага приділяється забезпеченню пожежної та техногенної безпеки, оскільки нафтобази належать до об'єктів підвищеної небезпеки. Це включає наявність систем протипожежного захисту, засобів пожежогасіння, планів евакуації та дій у разі аварійних ситуацій.

Охорона праці на нафтобазі є комплексною системою заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці, зниження виробничих ризиків та забезпечення належного рівня безпеки персоналу.

## **5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

Діяльність нафтобази пов'язана з наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть негативно впливати на здоров'я працівників та створювати ризик виникнення аварійних ситуацій. Їх аналіз є необхідним для оцінки рівня виробничих ризиків та розроблення ефективних заходів з охорони праці.

До найбільш небезпечних факторів належить пожежо- та вибухонебезпечність нафтопродуктів. Пари легких вуглеводнів, що утворюються під час зберігання та перекачування пального, здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші. Особливу небезпеку становлять операції зливу-наливу, очищення резервуарів і проведення ремонтних робіт, під час яких можливе накопичення парів у замкненому просторі.

Серед шкідливих хімічних факторів важливе місце займають леткі органічні сполуки (бензол, толуол, ксилол), сірководень, оксиди азоту та інші забруднювальні речовини. Їх вплив може призводити до подразнення органів дихання, головного болю, алергічних реакцій, а за тривалого впливу – до розвитку хронічних захворювань.

До фізичних факторів належать шум і вібрація, що виникають під час роботи насосного обладнання, компресорів і транспортних засобів. Тривалий вплив цих факторів може викликати зниження працездатності, втому та негативно впливати на нервову систему працівників.



Окрему групу становлять механічні фактори, пов'язані з рухомими частинами обладнання, транспортними засобами, а також можливістю падіння з висоти при обслуговуванні резервуарів і технологічних установок. Вони створюють ризик травмування персоналу в процесі виконання виробничих операцій.

Важливими є також організаційні фактори, зокрема недотримання технологічних регламентів, недостатній рівень підготовки персоналу, порушення вимог інструкцій з охорони праці. Саме людський фактор часто є причиною аварійних ситуацій на об'єктах нафтогосподарства.

В умовах сучасних викликів до небезпечних факторів доцільно віднести також зовнішні впливи, пов'язані з воєнними діями, які можуть призводити до пошкодження обладнання, пожеж і вибухів.

### **5.3 Забезпечення пожежної безпеки на нафтобазі**

Нафтобази належать до категорії об'єктів підвищеної небезпеки, оскільки працюють із горючими, вибухонебезпечними та токсичними речовинами. Основними чинниками ризику є наявність великих обсягів легкозаймистих рідин (бензину, дизельного палива, гасу), випаровування вуглеводнів, можливість іскроутворення та займання під час зливно-наливних операцій, а також технічні несправності обладнання. Пожежі на таких об'єктах характеризуються великою швидкістю поширення полум'я, високою температурою горіння (до 1200 °C) і значними масштабами руйнувань.

Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку» та «Правил пожежної безпеки в Україні» нафтобази повинні бути обладнані комплексними системами протипожежного захисту, що включають технічні, організаційні та профілактичні заходи.

До основних причин виникнення пожеж на нафтобазах належать:

- несправність технологічного обладнання (насосів, трубопроводів, резервуарів);

- порушення правил зливу та наливу палива, що призводить до розливів;
- випаровування вуглеводнів із резервуарів і дихальних клапанів;
- іскроутворення при статичній електриці або несправності електрообладнання;
- порушення вимог під час проведення зварювальних робіт;
- порушення режиму куріння або використання відкритого вогню;
- удари блискавки у резервуари чи металеві конструкції.

Під час проєктування та експлуатації нафтобаз особливу увагу приділяють класифікації приміщень за вибухопожежною небезпекою (категорії А, Б, В, Г, Д) та зонуванню території, що визначає розміщення резервуарів, насосних станцій, естакад, очисних споруд і адміністративних будівель.

Для запобігання виникненню та поширенню пожеж на нафтобазах передбачаються такі основні технічні засоби:

1. **Системи виявлення та сигналізації пожежі.** Встановлюються автоматичні теплові, димові та полум'яні датчики, що спрацьовують при перевищенні допустимих температур або появи вогню. Система забезпечує передавання сигналу на центральний пульт керування.

2. **Системи пожежогасіння.** На сучасних нафтобазах застосовують:

- пінне пожежогасіння (низько- та середньократна піна) для резервуарів і насосних станцій;
- водяне пожежогасіння (спринклери, дренчерні установки) для охолодження конструкцій;
- газове пожежогасіння (вуглекислота, інертні гази) для технологічних приміщень;
- мобільні засоби – пожежні автомобілі, піногенератори, насоси високого тиску.

3. **Системи блискавко захисту.** Усі металеві конструкції, резервуари та трубопроводи мають бути обладнані блискавковідводами і заземленням. Особливу увагу приділяють контролю опору заземлення.

4. **Системи рекуперації парів бензину.** Вони запобігають скупченню вибухонебезпечних парів у зоні наливу, знижують ризик займання та одночасно мінімізують викиди летких органічних сполук (ЛОС) у атмосферу.

5. **Пожежні водойми, гідранти та мережі водопостачання.** На території нафтобази передбачають резервуари з запасом води не менше ніж на 3 години гасіння. Водонапірні мережі оснащуються пожежними гідрантами з розрахунком доступу пожежної техніки.

6. **Захисні споруди та локалізаційні бар'єри.** Резервуарний парк обваловується земляними валами або бетонними стінами, здатними утримати об'єм палива в разі розливу. На майданчиках передбачаються маслозбірники та лотки для зливу аварійних стоків у відстійники. Кожен із перелічених засобів пожежогасіння застосовується з урахуванням виду нафтопродукту, площі можливого займання та умов експлуатації. Найбільш ефективним є комплексне використання пінних, водяних і газових систем, які взаємодіють із автоматичною сигналізацією та системами контролю. Для зменшення екологічного впливу дедалі ширше впроваджуються біопіноутворювачі, що не містять фторорганічних сполук (PFAS) і відповідають вимогам ЄС REACH Regulation (EC) №1907/2006.

Крім технічних засобів, нафтобази повинні забезпечувати комплекс організаційних заходів, спрямованих на профілактику пожеж та навчання персоналу діям у надзвичайних ситуаціях. Основні з них:

- призначення відповідального за пожежну безпеку на підприємстві;
- проведення інструктажів і навчань персоналу з правил поведінки з горючими рідинами;
- регулярне технічне обслуговування електрообладнання, насосів, резервуарів і систем пожежогасіння;
- контроль за справністю вогнегасників, пожежних рукавів, пінних генераторів;
- розроблення планів евакуації і схем оповіщення персоналу;
- проведення щорічних перевірок ДСНС та відомчих комісій.

Особлива увага приділяється пожежній безпеці під час зливно-наливних операцій. Ці процеси повинні здійснюватися при з'єднанні металевих частин гнучких шлангів, авто- або залізничних цистерн за допомогою провідників, які знімають статичну електрику. Забороняється використовувати відкритий вогонь, курити, застосовувати неіскробезпечний інструмент.

Усі роботи з вогневими процесами (зварювання, різання металу тощо) проводяться лише за спеціальним нарядом-допуском із попереднім очищенням обладнання від залишків палива.

Пожежі на нафтобазах завдають не лише матеріальної шкоди, а й спричиняють серйозні екологічні наслідки: утворення токсичного диму, забруднення повітря продуктами горіння ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , бенз(а)піреном), потрапляння нафтопродуктів у ґрунт і водойми. Для зменшення негативного впливу необхідно:

- використовувати екологічно безпечні піноутворювачі (біорозкладні речовини, що не містять фторвмісних компонентів);
- організовувати збір і утилізацію стічних вод після гасіння пожежі;
- проводити рекультивацію території після ліквідації наслідків аварій;
- впроваджувати системи екологічного моніторингу для контролю концентрацій шкідливих речовин у повітрі, воді та ґрунті.

Таким чином, пожежна безпека на нафтобазах є складовою частиною загальної системи екологічної безпеки підприємства.

Забезпечення пожежної безпеки на нафтобазі вимагає комплексного підходу, який поєднує інженерно-технічні рішення, організаційні заходи та постійний контроль. Найбільшу ефективність забезпечує інтеграція автоматичних систем пожежного захисту з цифровими технологіями моніторингу (SCADA, IoT-сенсори витоків, системи раннього виявлення займання).

Дотримання вимог нормативних документів, системне навчання персоналу та використання сучасних екологічно безпечних технологій пожежогасіння є запорукою стабільної, безпечної та екологічно орієнтованої роботи нафтобаз.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що діяльність нафтобази супроводжується утворенням викидів у атмосферне повітря, формуванням нафтовмісних стічних вод, забрудненням ґрунтів і утворенням відходів, що створює комплексне техногенне навантаження на довкілля. Основними джерелами забруднення є резервуарний парк, зливно-наливні операції, технологічне обладнання та транспортні процеси.

2. За результатами оцінки впливу на атмосферне повітря визначено, що найбільшу небезпеку становлять леткі органічні сполуки, зокрема пари вуглеводнів, які утворюються під час зберігання і перекачування нафтопродуктів. Дослідження впливу на водні об'єкти показало ризик забруднення поверхневих і підземних вод унаслідок витоків і недостатньо ефективного очищення стічних вод. Встановлено, що ґрунти є чутливим компонентом довкілля, який зазнає тривалого негативного впливу внаслідок проникнення нафтопродуктів.

3. Проаналізовано дані щодо утворення відходів на нафтобазі та встановлено, що найбільшу небезпеку становлять нафтовмісні відходи, зокрема нафтошлам, відпрацьовані мастила та забруднені сорбенти. У разі порушення правил поводження вони можуть спричиняти вторинне забруднення довкілля.

4. Визначено, що значний вплив на екологічну безпеку мають аварійні ситуації, зокрема розливи нафтопродуктів, пожежі та вибухи, основними причинами яких є технічні несправності, порушення технологічних регламентів та людський фактор. В умовах воєнних дій додатковим ризиком є можливе пошкодження інфраструктури нафтобази.

5. У роботі виконано визначення рівня екологічної небезпеки діяльності досліджуваної нафтобази на основі інтегрального показника, який узагальнює вплив на основні компоненти довкілля та враховує техногенні ризики. За результатами розрахунку встановлено, що інтегральний індекс екологічної небезпеки становить  $I_{\text{ен}} = 0,73I$ , що відповідає підвищеному рівню небезпеки. Визначено, що найбільший внесок у формування екологічного ризику

здійснюють викиди летких органічних сполук в атмосферне повітря, утворення нафтовмісних відходів, а також аварійна складова діяльності.

6. Отримані результати дозволили обґрунтувати комплекс заходів з підвищення екологічної безпеки, що включає модернізацію систем рекуперації парів, удосконалення локальних очисних споруд, впровадження систем контролю витоків, покращення поводження з відходами та підвищення рівня техногенної безпеки.

7. Запропоновано удосконалення системи екологічного моніторингу шляхом впровадження сучасних засобів контролю, автоматизації процесів і інтеграції даних у єдину інформаційну систему. Це дозволяє перейти від періодичного до більш системного контролю та забезпечує своєчасне реагування на екологічні ризики. Реалізація запропонованих заходів дозволить знизити інтегральний показник екологічної небезпеки. Це сприятиме зменшенню негативного впливу на довкілля, підвищенню рівня екологічної та техногенної безпеки підприємства та забезпеченню більш сталого функціонування нафтобази.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аблєєва І.Ю., Пляцук Л.Д. Фізико-хімічні закономірності забруднення ґрунту вуглеводневими фракціями нафти. Науково-практичний журнал «Екологічні науки». 2017. № 18–19. С. 35–42.
2. Аблєєва І.Ю., Пляцук Л.Д. Системний підхід до підвищення екологічної безпеки нафтовидобувних територій : монографія.. Суми : Сумський державний університет, 2021. 275 с.
3. Бегун С.В. Загрози у сфері енергетичної безпеки та їх вплив на стан національної безпеки (моніторинг реалізації стратегії національної безпеки). Аналітична записка. НІСД .2015.URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1808/>.
4. Білецький В.С., Орловський В.М., Дмитренко В.І., Похилко А.М. Основи нафтогазової справи. Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2017.312 с.
5. Білецький В.С., Екологічна безпека у нафтогазовій промисловості: конспект лекцій / Білецький В.С., Суярко В.Г. Сіренко В.І., Фик М.І., Орловський В.М. (за ред.. Фик І.М.) Х.: НТУ «ХПІ», 2021. 175 с.
6. Бредун В.І., Шмандій В.М., Бахарєв В.С. Заходи з управління екологічною безпекою щодо транспортних джерел техногенної сейсмічності. *Наук. журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КДУ, 2011. Вип. 1 (11). С. 9.
7. Брижань, І. А. Умови та чинники переходу України до моделі сталого розвитку. *Scientific Progress & Innovations*. 2013. Вип. 1, С. 128–133.
8. Вдосконалення технології ліквідації наслідків витоків нафтопродуктів під час перевезень/ Переста І.Я та ін. URL: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/1514/1/503peres.pdf>
9. Водний кодекс України. Закон від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-вр>.
10. Возняк М.П. Інфраструктура і режими експлуатації систем нафтогазопостачання України. Івано-Франківськ: Факел, 2004. 204 с.
11. Григоренко Н.Д., Літвак О.А. Забезпечення екологічної безпеки нафтобаз у контексті принципів сталого природокористування. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване*

- природокористування: матеріали 11-го Міжнародного молодіжного конгресу, Львів 26-27 березня 2026 р. Київ : ГО «МНГ», 2026. С. 291.*
12. Григоров А.Б. Зберігання нафти та нафтопродуктів в умовах нафтобаз : навчальний посібник. Харків-Тернопіль: НТУ «ХП», Видавництво «Крок», 2022. 184 с.
  13. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Наказ Мінрегіону України від 08.04.2013 № 134. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0134858-13>
  14. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій». Наказ Мінрегіону України від 26.04.2019 № 104. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0104858-19>.
  15. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». Наказ Мінрегіону України від 31.10.2016 № 287. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0287858-16>.
  16. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Наказ МОЗ України від 19.06.1996 № 173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0379-96>.
  17. Екологічна безпека у нафтогазовій промисловості: конспект лекцій / Білецький В.С., Суярко В.Г. Сіренко В.І., Фик М.І., Орловський В.М. (за ред. Фик І.М.). Харків: НТУ «ХП», 2021. 175 с.
  18. Енергоекологічна безпека нафтогазових об'єктів / Р.М. Годвяк, Я.М. Семенчук, Л.Б. Чабанович, Б.І. Шеліковський, Г.М. Кривенко. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2007. 556 с.
  19. Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах: монографія / В.О. Онищенко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, М.О. Харченко, І.І. Ларцева, В.І. Бредун, Т.М. Нестеренко. Полтава: ФОП Пусан А.Ф., 2019. 233 с.
  20. Зеркалов Д. В. Проблеми екології сталого розвитку : Монографія. К.: Основа, 2013. 430 с.
  21. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навчальний посібник / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаєв. Дніпро : НТУ«ДП», 2019. 306 с.



22. Зубарєв А.А., Літвак С.М., Літвак О.А. Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах : методичні вказівки. Миколаїв : НУК імені адмірала Макарова, 2020. 56 с.
23. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. К.: Книжне видавництво НАУ, 2006. 492 с.
24. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов ; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. Київ : НАУ, 2019. 452 с.
25. Інструкція про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України. Наказ Міністерства палива та енергетики України, Міністерства економіки України, Міністерства транспорту та зв'язку України, Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 20.05.2008 № 281/171/578/155. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0805-08#Text>.
26. Істомін О. М. Проблеми і перспективи підготування нафтогазових ресурсів в Україні. Проблеми нафтогазового комплексу України 1993-2002. Львів: УНГА, 2002. С. 14–20.
27. Казанок А. В., Матвєєва О. Л. Очищення нафтозабруднених стічних вод за допомогою біосорбентів. Наукоємні технології. 2014. № 1 (21). С. 121–134.
28. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/5403-17>.
29. Лесюк Д., Бабаджанова О. Безпечна експлуатація найбільшого резервуара в системі магістральних нафтопроводів України. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності : збірник наукових праць XVII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. Львів, 2022. С. 43-46.

30. Лісафін В. П. Проектування та експлуатація об'єктів зберігання нафти і нафтопродуктів: метод. вказівки. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. 86 с.
31. Максимов В. Г. Аналіз системних втрат нафтопродуктів на підприємствах нафтогазового комплексу України / С. А. Диняк, О. В. Диняк // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2004. № 5. С. 41-44.
32. Мальований М. С., Петрушка І. М. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. 180 с.
33. Матвєєва О.Л., Демянко Д.О., Огданська І.О. Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмісних стічних вод. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2012. Вип. 41. С. 181–186.
34. Мельник Л.Г. Основи стійкого розвитку : навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2006. 383 с.
35. Основні вимоги до резервуарів для зберігання пального та нафтопродуктів. URL: <https://petroline.ua/osnovni-vymogy-do-rezervuariv-dlia-palnogo/>.
36. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамедова О. О. та ін. Харків : НТУ «ХПІ», 2015. 116 с. URL: <https://core.ac.uk/reader/162883830>.
37. Пилипів Л.Д. Основи нафтогазової справи: навч. посіб. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. 312с.
38. Плаваючий дах резервуара. Вікіпедія. URL: <https://surl.ln/glvvmzr>
39. Пляцук Л. Д., Бурла О. А., Аблєєва І. Ю. Оцінка радіаційного впливу нафтовидобувного комплексу на об'єкти навколишнього середовища. Екологічна безпека. 2017. № 2 (24). С. 101–107.
40. Положення про розробку інструкцій з охорони праці. Наказ Держнаглядохоронпраці № 9 від 29.01.1998. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98>.
41. Попадюк Р.М., Солончак Я.В. Збір і підготовка нафтопромислової продукції: навч. посіб. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. 194с.
42. Правила пожежної безпеки в Україні: НАПБ А.01.001-2014 [Введено в дію 30.12.2014]. Київ: Держстандарт України, 2014. 166 с.

43. Правила техногенної безпеки. Наказ МВС України від 05.11.2018 № 879.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1346-18>.
44. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери : навчальний посібник / Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Вінниця : ВНТУ, 2012. 388 с.
45. Про Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.
46. Про охорону атмосферного повітря. Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2707-12>.
47. Про охорону земель. Закон України від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/962-15>.
48. Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12>.
49. Про охорону праці. Закон України № 2694-XII від 14.10.1992. (редакція від 01.01.2024). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
50. Про оцінку впливу на довкілля. Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19>.
51. Про управління відходами. Закон України; Перелік від 20.06.2022 № 2320-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20>.
52. Сепаратор нафтопродуктів і піску OilMega1300H горизонтальне виконання/  
URL: [https://www.vodaland.com.ua/catalog/wastewater\\_treatment/sorption\\_block/gorizontalni/p/separator-pbmo1300/](https://www.vodaland.com.ua/catalog/wastewater_treatment/sorption_block/gorizontalni/p/separator-pbmo1300/)
53. Серков Я.О. Охорона праці : монографія. Харків: ХНАМГ, 2002. 227 с.
54. Ткачук О.П. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: курс лекцій та лабораторний практикум: навчальний посібник. Вінниця: РВ ВНАУ, 2014. 157 с.
55. Топільницький П.І. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості товарних нафтопродуктів. Львів: Видавництво: «Львівська політехніка», 2015. 248 с.
56. Цайтлер М. Екологічні наслідки довготривалого нафтовидобутку на Бориславському родовищі. Праці наук. т-ва ім. Шевченка. 2001. Т. VII. С. 83–89.

57. Чернова О.Т. Спорудження газосховищ і нафтобаз: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. 476 с.
58. Яковлєв Є. О. Питання еколого-геологічної безпеки експлуатації магістральних нафтогазопроводів. Матеріали науково-практичної конференції “Екологічні проблеми нафтогазового комплексу”. К: НПЦ “Екологія Наука Техніка”, 2007. С. 15–18.
59. Dynamic compaction of collapsible soils – case study from a motorway project in Romania / G. Tsitsas, V. Dimitriadi, D. Zekkos and al. // Proc. of the XVI ECSMGE Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development. – Edinburg. – 2015. – P. 1487 – 1492.
60. Floating Roof Tanks. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/floating-roof-tanks>.
61. James I. Chang, Cheng-Chung Lin, A study of storage tank accidents,. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2006. Vol. 19, Issue 1, P. 51–59,
62. Volatile Organic Compound (VOC) Recovery Units. URL: <https://www.garocompressors.com/en/applications/vapor-recovery-units/volatile-organic-compound-recovery-units/>.