

**Міністерство освіти і науки України**  
**Одеський національний технологічний університет**

Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: Оцінка впливу на довкілля зернопереробного підприємства  
з розробкою природоохоронних заходів  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки): Григоренко І.С.  
(прізвище, ініціали)

IV-го курсу ТЗС-447 групи

Керівник: доц. Шевченко Р.І.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультант: доц. Лобоцька Л.Л.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від \_\_\_\_\_ 2026 р., протокол № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри ЕВтаПТ Олексій ГАРКОВИЧ  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Одеса – 2026 рік**

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнології та екоенергетики ім.  
В.С. Мартиновського

**Кафедра** екології, води та природоохоронних технологій  
**Ступінь вищої освіти** бакалавр  
**Спеціальність** 183 Технології захисту навколишнього середовища  
**Освітня програма** Технології захисту навколишнього середовища

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Зав. кафедри**

к-т біол. наук, доц.

О.Л. Гаркович

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2026 року

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Григоренка Ігоря Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка впливу на довкілля зернопереробного підприємства з розробкою природоохоронних заходів»

Затверджена наказом ОНТУ від “15” жовтня 2025 року, наказ № 553-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 31 травня 2026 р.

3. Вихідні дані роботи: екологічні аспекти діяльності підприємства Філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів", сучасні технології захисту довкілля

4. Перелік питань, які потрібно розробити: оцінка впливу на довкілля, заходи захисту навколишнього середовища від негативних впливів діяльності, екологічне та економічне обґрунтування природоохоронних заходів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) таблиці та схеми, інші ілюстрації, що відображають хід виконання кваліфікаційної роботи бакалавра, висновки та рекомендації роботи

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1 ОВД	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	11.03.	29.03.
2 Заходи захисту довкілля	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	29.03.	25.04.
3 Охорона праці/Цивільний захист	Шевченко Р.І., к.т.н., доц.	15.04.	10.05.
4 Економічне обґрунтування	Лобоцька Л.Л., к.т.н., доц..	15.04.	25.05.

7. Дата видачі завдання 22.02.2026 р.

Керівник..... Шевченко Р.І.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Григоренко І.С.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів випускного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта	15.03.26	
2	Екологічні аспекти	20.04.26	
3	Оцінка впливу на довкілля	29.03.26	
4	Обґрунтування заходів	25.04.26	
5	Охорона праці, цивільний захист	10.05.26	
6	Економічне обґрунтування	25.05.26	
7	Висновки та рекомендації	27.05.26	
8	Оформлення результатів виконаної роботи	30.05.26	

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Григоренко І.С.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Шевченко Р.І.

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник Григоренко Ігор Сергійович \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи: сторінок – 83, рис. – 2, табл. – 14, формули – 42, література – 53.

**Тема:** Оцінка впливу на довкілля зернопереробного підприємства з розробкою природоохоронних заходів.

**Об'єкт дослідження** – філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

**Предмет дослідження** – екологічні аспекти діяльності філії акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

**Мета кваліфікаційної роботи:** обґрунтування заходів зниження негативного впливу на довкілля філії акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

*У першому розділі* розглянуто вплив на навколишнє середовище діяльності філії акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

*В другому розділі* наведені комплексні природоохоронні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та його безпеки.

*У третьому та четвертому розділах* розглянуто питання охорони праці та цивільного захисту.

*У п'ятому розділі* проведено економічне обґрунтування природоохоронного заходу.

**Практична цінність** результатів роботи полягає в тому, що проаналізовано екологічні аспекти діяльності філії акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів" та запропоновано заходи з мінімізації впливу підприємства на компоненти навколишнього середовища.

**Перелік ключових слів:** переробка зернових, борошняний пил, оцінка впливу на довкілля, природоохоронні заходи.

## ЗМІСТ

	<b>стор.</b>
Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1 Оцінка впливу на довкілля.....	8
1.1 Опис об'єкту дослідження.....	8
1.2 Матеріали та природні ресурси, які використовуються на Одеському комбінаті хлібопродуктів.....	9
1.3 Опис технології та екологічні аспекти виробництва.....	10
1.4 Оцінка впливу діяльності Одеського комбінату хлібопродуктів на довкілля.....	15
1.4.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.....	15
1.4.2 Скиди забруднюючих речовин в водні об'єкти.....	16
1.4.3 Утворення та поводження з відходами.....	17
1.5 Оцінка впливу діяльності Одеського комбінату хлібопродуктів на довкілля.....	18
1.5.1 Використання природних ресурсів, зокрема земель, ґрунтів, води та біорізноманіття.....	18
1.5.2 Вплив на атмосферне повітря викидів забруднюючих речовин..	19
1.5.3 Вплив на водні об'єкти скидів забруднюючих речовин.....	20
1.5.4 Шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення.....	20
1.5.5 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я людей та довкілля.....	21
1.5.6 Кумулятивний вплив інших наявних об'єктів.....	23
1.5.7 Вплив діяльності на клімат.....	23
Висновки до розділу I.....	24

Посада	П.І.Б.	Підпис	Дата	<i>КРБ.ЕВтаПТ.1.553-03.2.1</i>			
Студент	Григоренко І.С.						
Консульт.							
Керівник	Шевченко Р.І.			<i>Розрахунково-пояснювальна записка</i>	Стадія	Аркуш	Аркушів
					УП	4	83
Зав. каф.	Гаркович О.Л.				<i>ОНТУ</i>		

РОЗДІЛ 2 Обґрунтування та розробка заходів захисту компонентів	
довкілля.....	27
2.1 Заходи загального характеру.....	27
2.2 Заходи, що зменшують техногенне навантаження на довкілля.....	28
2.3 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо атмосферного повітря.....	28
2.4 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо природних водойм від діяльності.....	29
2.5 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо ґрунту від діяльності.....	30
2.6 Заходи щодо утилізації твердих відходів господарювання.....	31
2.7 Заходи з енергозбереження.....	34
2.8 Заходи зменшення викидів від автотранспорту.....	35
2.9 Розрахунки щодо забруднення довкілля.....	36
2.10 Контроль якості навколишнього середовища .....	46
Висновки до розділу II.....	48
РОЗДІЛ 3. Охорона праці.....	51
РОЗДІЛ 4. Цивільний захист.....	64
РОЗДІЛ 5. Економічне обґрунтування природоохоронних заходів.....	67
Висновки та рекомендації.....	76
Список використаної літератури .....	78

## ВСТУП

Зернова галузь — основа аграрного сектору та економіки України, що гарантує продовольчу безпеку й забезпечує сировиною тваринництво та промисловість.

Важливою ланкою є борошномельна промисловість, яка виробляє базовий продукт харчування. В Україні працює близько 700 переробних підприємств (зокрема 200 комбінатів хлібопродуктів). Їхня загальна потужність перевищує 11 млн тонн, що втричі вище за внутрішні потреби. Великі підприємства забезпечують 70% виробництва борошна, а приватні міні-млини — 30%. Основні виробничі центри в Київській, Дніпропетровській, Харківській, Вінницькій та Одеській областях.

Філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів" є одним з найпотужніших з підприємств з виробництва борошна в Україні.

**Актуальність теми** – оцінка впливу технологічних процесів виробництва на навколишнє середовище дозволить надати рекомендації щодо зменшення негативного впливу на нього. Впровадження пропонуємих екологічних заходів дозволить оптимізувати роботу підприємства та зменшити вплив на довкілля.

**Практичне значення теми:** обґрунтування екологічних заходів зменшення навантаження на навколишнє середовище.

**Мета роботи:** обґрунтування заходів зниження негативного впливу на довкілля філії акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

Для вирішення поставленої мети вирішувались наступні **завдання:**

- Проаналізувати технології виробництва з точки зору їх негативного впливу на довкілля та забезпечення належної якості готової продукції;
- Оцінити екологічний вплив виробництва на навколишнє середовище і запропонувати ефективні заходи зменшення цього впливу;

- Спроекувати систему пилеуловлювання (циклон-фільтр-вентилятор) для очистки викидів повітря від технологічного обладнання.

**Об'єкт дослідження** – філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

**Предметом** розгляду були технології основного виробництва та технології очистки викидів від технологічного обладнання.

На захист виносяться наступні **положення**:

- Прийомка, підготовка до виробництва основної та додаткової вировини, технологічні процеси виробництва здійснюють незначний вплив на довкілля (викиди в атмосферу у вигляді пилу);

- Для зниження навантаження на навколишнє середовище доцільно встановлювати фільтри для очистки повітря.

# РОЗДІЛ І

## ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

### 1.1 Опис об'єкту дослідження

Філія ПАТ «ДПЗКУ» «Одеський комбінат хлібопродуктів» (Одеський КХП) — одне з найстаріших та провідних зернопереробних підприємств регіону. Воно було засноване ще у 1844 році купцем Е. Вейнштейном. За свою тривалу історію завод неодноразово реконструювався (1989–1992 роки). Сьогодні виробничі лінії переробки пшениці повністю оснащені автоматизованим високотехнологічним обладнанням, виготовленим за ліцензією відомої швейцарської фірми «Бюллер».

Сьогодні споруда млина, викладена з червоної цегли, має статус архітектурної пам'ятки промислової забудови.

Одеський комбінат хлібопродуктів розташований за адресою: м. Одеса, вул. Чорноморського козацтва, 20.

Підприємство має 3,9 га території та розміщений на одній промділянці в промисловій зоні міста Одеси і граничить з півночі - з жилою застройкою, з заходу - з вул. Чорноморського козацтва, з південного заходу – з Газовим провулком, з півдня - з експериментальним заводом, зі сходу – робочою гаванню.

#### **Основні характеристики діяльності:**

- **Статус на ринку:** підприємство є лідером у сфері виробництва борошна в м. Одеса та Одеській області й активно розвиває вектори виходу на закордонні ринки.
- **Персонал та режим роботи:** штат підприємства налічує 164 працівники. Комбінат працює періодично (залежно від сформованих замовлень). Під час виконання замовлень забезпечується цілодобовий режим роботи (2 зміни по 12 годин).
- **Продукція:** основними видами готової продукції є борошно пшеничне хлібопекарське вищого, першого та другого сортів, а також супутній продукт —

висівки пшеничні негранульовані.

Таблиця 1.1 – Обсяг виробництва продукції

№	Продукція	Кількість, т
1	Висівки	6 191,83
2	Борошно пшеничне вищого ґатунку	8 161,957
3	Борошно пшеничне 1 ґатунку	9 850,638
4	Борошно пшеничне 2 ґатунку	3 940,25
<b>Всього:</b>		<b>28 144,68</b>

## 1.2 Матеріали та природні ресурси, які використовуються на Одеському комбінаті хлібопродуктів

Для забезпечення безперебійної діяльності комбінат споживає значні обсяги сировини, енергетичних та водних ресурсів.

### Сировинний баланс

Загальний обсяг переробки зерна пшениці становить **30 748 тонн**. Структура виходу продукції та супутніх компонентів при трисортному помелі виглядає наступним чином:

- Борошно пшеничне (разом) — 21 952,85 т (71,5 % від маси сировини), зокрема:
  - Вищий ґатунок — 8 161,96 т (26,5 %);
  - 1-й ґатунок — 9 850,64 т (32,2 %);
  - 2-й ґатунок — 3 940,25 т (12,8 %).
- Висівки пшеничні — 6 191,83 т (20,5 %).
- Відходи виробництва (зернові домішки тощо) — понад 2 390 т (близько 7,8 %).

### Енергетичні ресурси

Основним джерелом енергії на підприємстві є **електрична енергія**. Вона забезпечує роботу технологічного обладнання та аспіраційних систем. Загальне

річне споживання становить близько 3,52 млн кВт·год, що складає 96,88 % від загальної вартості всіх споживаних енергоресурсів комбінату. Питомі витрати складають близько 120,72 кВт·год на 1 тону переробленого зерна (що перевищує середні європейські показники — 85–110 кВт·год/т). Допоміжне паливо (бензин, дизельне паливо, мастила) використовується переважно для логістичних потреб та маневреного транспорту.

### **Водні ресурси**

Загальне водокористування підприємства (згідно з балансовими розрахунками) складає близько **59,5 тис. м<sup>3</sup>/рік**. Вода розподіляється на такі ключові потоки:

1. **Технологічні потреби:** Близько 34 957 м<sup>3</sup>/рік витрачається безпосередньо у шнеках інтенсивного зволоження зерна (ці обсяги повністю поглинаються сировиною і не скидаються у каналізацію).
2. **Допоміжні виробничі потреби (охолодження):** Близько 13 819 м<sup>3</sup>/рік використовується для охолодження компресорних установок та вальцьових верстатів. Ця вода працює у зворотному циклі, але потребує підживлення через втрати на випаровування та винесення вітром.
3. **Господарсько-побутові потреби:** Близько 6 910 м<sup>3</sup>/рік (потреби персоналу, їдальні, душових).
4. **Інші потреби:** Полив території для пилопригнічення (506 м<sup>3</sup>/рік) та миття виробничих приміщень (536,8 м<sup>3</sup>/рік).

### **1.3 Опис технології та екологічні аспекти виробництва**

Виробничий комплекс Одеського КХП складається з ряду технологічних процесів (Рис. 1.1), які скомпоновано в кілька взаємопов'язаних ділянок. Нижче наведено детальний аналіз процесів на кожній ділянці з акцентом на утворення супутніх екологічних факторів (викидів, відходів, стоків).

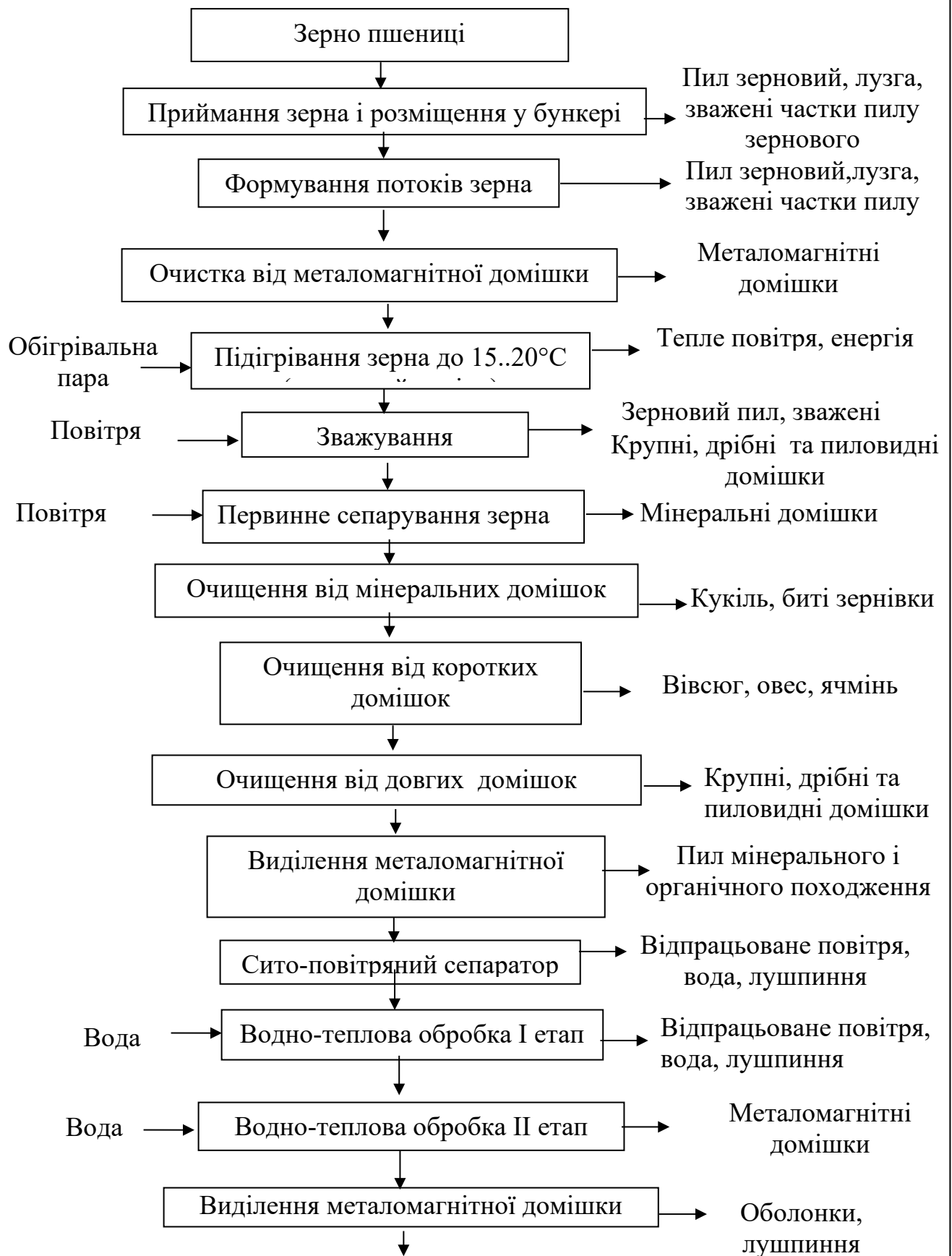




Рис. 1.1 – Технологічна схема виробництва борошна

### Ділянка 1. Елеватор та приймання сировини

- **Технологічні процеси:** Приймання зерна пшениці з залізничного транспорту (вагони г/п 70 т) або з портового елеватора через завантажувальні рукава. Далі зерно двома потоками спрямовується в робочу башту, де проходить

попереднє очищення на сепараторах, зважування та завантажується в силоси для зберігання.

- **Екологічні фактори:**

- *Викиди в атмосферу:* Головна забруднююча речовина — **пил зерновий**. Процеси пересипання та завантаження супроводжуються високим виділенням пилу. Усі установки обладнані аспіраційними системами витяжної вентиляції.

- *Відходи:* Виділені грубі та великі сторонні домішки (сміттєва фракція), які направляються в цех відходів.

## **Ділянка 2. Зерноочисне відділення млина (Підготовка зерна до помелу)**

- **Технологічні процеси:** Це найбільш багатоетапна ділянка підготовчого циклу. Вона включає:

1. Формування помельних партій зерна.
2. Очищення від металоманітних домішок за допомогою магнітних сепараторів.
3. Підігрівання зерна в зимовий період (до 15–20 °С) за допомогою пари.
4. Первинне сепарування (відокремлення великих, дрібних і пилоподібних органічних та мінеральних домішок у сито-повітряних сепараторах).

5. Очищення від мінеральних домішок на каменевідділювачах.

6. Очищення від коротких (кукіль, бите зерно) та довгих (вівсюг, ячмінь) домішок у трієрних блоках.

7. **Водно-теплова обробка (ГТО)** у два етапи: інтенсивне зволоження зерна водою та його подальше відволожування у бункерах. Це необхідно для пом'якшення оболонок зерна, щоб вони легше відокремлювалися від ендосперму.

8. Вторинне сухе очищення поверхні зерна (оббивальні машини, концентратори) для зняття надломлених оболонок та борідки зерна.

9. Знезараження зерна (видалення прихованої зараженості шкідниками).

- **Екологічні фактори:**

- *Викиди в атмосферу:* Інтенсивне утворення **зернового пилу** органічного та мінерального походження. Повітря очищується локальними аспіраційними мережами з використанням фільтр-циклонів (наприклад, марки РЦІ).

- *Стічні води:* Виробничі стічні води безпосередньо від миття чи обробки зерна на сучасному етапі практично відсутні, оскільки вода повністю поглинається зерном при зволоженні. Проте утворюються стоки від періодичного миття обладнання та підлоги ділянки.

- *Відходи:* Накопичується велика кількість **оббивального пилу** (дозволений ліміт утворення до 50 т/рік), зернових відходів I, II та III категорій (кормові відходи, непридатні відходи), які відсортовуються та частково реалізуються.

### **Ділянка 3. Розмельне відділення млина**

- **Технологічні процеси:** Підготовлене та зважене зерно надходить на первинне подрібнення (крупоутворювальний процес) на вальцьових верстатах. Проміжні продукти (крупки та дунти) сортуються за крупністю і якістю у високопродуктивних розсівах. Далі фракції збагачуються на ситовійних машинах, де повітряним потоком відокремлюються легкі оболонки. Крупки високої якості спрямовуються на тонке здрібнювання (розмальний процес) на наступних системах вальцьових верстатів для отримання борошна різних гатунків.

- **Екологічні фактори:**

- *Викиди в атмосферу:* Основним забруднювачем є **дрібнодисперсний борошняний пил**. Пневмотранспортні системи та колектори розмельного відділення створюють високий тиск і концентрацію пилу, тому очищення повітря у фільтр-циклонах є критично важливим для запобігання утворенню вибухонебезпечного середовища.

- *Водний аспект:* Робота вальцьових верстатів супроводжується значним виділенням тепла через тертя. Для запобігання перегріву верстатів

використовується водяне охолодження їхніх валів. Вода циркулює у замкнутому контурі (оборотна вода).

○ *Відходи/Супутні продукти:* Борошняні змети, мучиця, а також основний супутній продукт — **пшеничні висівки**.

#### **1.4 Оцінка впливу діяльності Одеського комбінату хлібопродуктів на довкілля**

Проаналізуємо структуру впливу Одеського КХП на біосферу за основними компонентами.

##### **1.4.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря**

На промисловому майданчику комбінату визначено 68 джерел викидів забруднюючих речовин (із них 5 — неорганізовані) із сумарним обсягом викидів близько 58,364 т/рік. Основні забруднювачі представлено в таблиці 1.2:

Таблиця 1.2 – Характеристика ключових забруднюючих речовин

Речовина	ГДК (мг/м <sup>3</sup> )	Клас небезпеки	Основне джерело
Пил зерновий	0,5	4	Елеватор, Склад висівок
Пил борошняний	0,2	3	Млин, Вибійне відділення
Азоту діоксид	0,085	2	Котельня
Вуглецю оксид	5,0	4	Автотранспорт
Марганець та сполуки	0,01	2	Зварювальна дільниця

*Специфіка пилового забруднення:* Зерновий та борошняний пил належать до 3–4 класів токсичності, проте мають специфічну небезпеку — вибухопожежонебезпечність. Нижній концентраційний поріг вибуховості (НКПВ) для дрібнодисперсного зернового пилу становить від 20 до 40 г/м<sup>3</sup>. Особливо небезпечним є пил фракцією менше 10 мкм. Якщо аспіраційні системи (старі циклони) працюють неефективно, пил осідає всередині повітроводів, створюючи

ризик первинного вибуху від випадкової іскри (статична електрика, тертя деталей, несправність проводки). Ударна хвиля може спровокувати серію руйнівних вторинних вибухів у виробничих приміщеннях. Тому проектування вибухозахисту (відповідно до стандартів АТЕХ) передбачається вже при досягненні 10 % від рівня НКПВ (тобто від 2 г/м<sup>3</sup>). На Одеському КХП для контролю та очищення повітря застосовують високоефективні тканинні рукавні фільтри та фільтр-циклони, що забезпечує дотримання гранично допустимих викидів (ГДВ): для зернового пилу норматив на джерелах коливається в межах 20,3–495,8 мг/м<sup>3</sup>, для борошняного — 11,0–13,9 мг/м<sup>3</sup>.

*Інші хімічні речовини:* Окрім пилу, допоміжні підрозділи комбінату (котельня на вугіллі, депо тепловозів, автотранспорт, механічні майстерні) викидають в атмосферу: оксид вуглецю (СО), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), діоксид сірки (SO<sub>2</sub>), вугільну золу та сажу. Хімічна лабораторія через витяжні шафи та абсорбційні методи очищення викидає незначні залишкові кількості парів кислот (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>) та бромистого метилу (CH<sub>3</sub>Br).

#### **1.4.2 Скиди забруднюючих речовин в водні об'єкти**

Зі спільних обсягів водоспоживання підприємство скидає у міську каналізаційну мережу близько **9,2 тис. м<sup>3</sup>/рік** (31,9 м<sup>3</sup>/добу) стічних вод.

- Основну частину складають господарсько-побутові стічні води (від душових, санвузлів, їдальні).
- Власні очисні споруди на підприємстві **відсутні**, тому скидання дозволяється виключно за умов суворого контролю якості зворотних вод на відповідність встановленим нормативам.

*Нормативні вимоги до якості стічних вод комбінату (граничні концентрації):*

- Завислі речовини — до 244 мг/л (характерно для миття приміщень);
- ХСК (хімічне споживання кисню) — 385 мг/л; БСК<sub>5</sub> (біохімічне споживання кисню) — 154 мг/л;
- Жири — до 30,0 мг/л (переважно від їдальні та лабораторії);

- Нафтопродукти — до 3,70 мг/л (змиви з проїздів, транспортна ділянка);
- Сульфати — 300 мг/л, Хлориди — 350 мг/л, Загальна мінералізація — 2000 мг/л.

### **1.4.3 Утворення та поводження з відходами**

Всі відходи підприємства чітко класифікуються за класами небезпеки (від 1-го до 4-го) та кодами згідно з державним класифікатором. Менеджмент відходів організовано за двома напрямками:

#### **1. Тимчасове накопичення та обов'язкова передача спеціалізованим підприємствам на переробку (утилізацію):**

- *1 клас небезпеки:* Відпрацьовані люмінесцентні лампи (норматив утворення — 480 шт/рік). Містять ртуть, є надзвичайно небезпечними.
- *2 клас небезпеки:* Свинцеві акумуляторні батареї зіпсовані (0,2 т/рік).
- *3 клас небезпеки:* Відпрацьовані моторні та трансмісійні мастила (0,2 т), забруднені обтиральні матеріали (вечірнє ганчір'я — 0,1 т), стабілізовані відходи зв'язувальних матеріалів.

#### **2. Розміщення на полігонах твердих побутових відходів або внутрішня утилізація:**

- *4 клас небезпеки (необхідна утилізація або продаж):* Зерновий пил (аспіраційні відходи — ліміт 50 т), борошняні змети (10 т). Кормові та непридатні відходи зерноочищення (понад 1800 тонн) виділяються в окрему категорію та реалізуються стороннім агропідприємствам для виготовлення комбикормів, що приносить підприємству додатковий дохід.
- *Інші побутові та будівельні відходи:* Змішані комунальні відходи (36 т), відходи ремонтних та будівельних робіт (16,5 т), відпрацьовані автомобільні шини (0,2 т), деревна тирса від столярного цеху (3,2 т) та металева стружка від механічної майстерні (0,07 т).

## **1.5 Оцінка впливу діяльності Одеського комбінату хлібопродуктів на довкілля**

Комплексна оцінка діяльності Одеського комбінату хлібопродуктів дозволяє детально проаналізувати, як технологічні процеси переробки зерна, виробництва борошна та висівок впливають на екологічний стан навколишнього середовища та здоров'я населення.

### **1.5.1 Використання природних ресурсів, зокрема земель, ґрунтів, води та біорізноманіття**

**Землі та ґрунти:** Підприємство розміщене в межах промислової зони міста Одеси (вул. Чорноморського козацтва, 20). Пряме вилучення нових земель під плановану діяльність відсутнє, оскільки використовуються наявні площі промислового майданчика. Основний вплив на ґрунти має потенційне забруднення відходами виробництва, зокрема будівельним сміттям (дозволено до розміщення 16,5 т), комунальними відходами (36 т) та відпрацьованими шинами й мастилами за умов порушення правил їх накопичення перед здачею на переробку. Асфальтобетонне покриття території мінімізує вплив на ґрунти.

**Водні ресурси:** Загальне водокористування підприємства (за даними лімітів) становить близько 59,4 тис. м<sup>3</sup>/рік. Більша частка води використовується на виробничі потреби — 49,2 тис. м<sup>3</sup>/рік, з яких значний обсяг йде на зворотне охолодження компресорів (потреба системи близько 97,1 тис. м<sup>3</sup>/рік, але завдяки зацикленню підпитка становить лише 2593 м<sup>3</sup>/рік) та вальцьових станків. Пряме неповернене споживання (інтенсивне зволоження зерна шнеками) забирає близько 34,9 тис. м<sup>3</sup>/рік води, яка повністю поглинається сировиною і не повертається у водні об'єкти.

**Біорізноманіття:** Прямий вплив на флору і фауну мінімальний через розташування підприємства в урбанізованому середовищі. Опосередкований вплив можливий через пилові викиди, які можуть осідати на навколишніх зелених насадженнях.

### 1.5.2 Вплив на атмосферне повітря викидів забруднюючих речовин

Забруднення атмосфери є **основним екологічним аспектом** діяльності Одеського КХП. На проммайданчику виявлено 68 джерел викидів забруднюючих речовин (включаючи 5 неорганізованих), а сумарні викиди становлять 58,364 т/рік.

Основними забруднюючими речовинами за джерелами є:

1. **Елеватор та млин (зерноочисне відділення):** Генерують значні обсяги *зернового пилу*. В процесі прийому, сепарування та очищення поверхні зерна утворюється мінеральний та органічний пил. Допустимий об'єм викидів пилу зернового на джерелі елеватора сягає 495,8 мг/м<sup>3</sup>.

2. **Розмельне, вибійне та фасувальне відділення, склад зберігання:** Виступають джерелами виділення *борошняного пилу*. Наприклад, фактичний викид відбійного відділення становить 3887 мг/кг. Для мінімізації викидів використовуються аспіраційні мережі з пиловловлюючими фільтрами марки РЦІ та фільтр-циклонами.

3. **Допоміжні підрозділи:**

- *Котельня (на вугіллі):* викидає золу вугільну, оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO<sub>2</sub>), сірчистий ангідрид (SO<sub>2</sub>).
- *Цех деревообробки:* деревний пил.
- *Механічна майстерня та пост зварювання:* металевий пил, оксид заліза, марганець та його сполуки, зварювальний аерозоль.
- *Приміщення допоміжної техніки та депо тепловоза:* сажа, стирол, епіхлоргідрин, гексан, CO, SO<sub>2</sub>.

*Гранично допустимі концентрації (ГДК) ключових речовин та їхні класи безпеки:*

- Марганець і його сполуки — ГДК 0,01 мг/кг (2 клас безпеки).
- Оксид азоту (NO<sub>2</sub>) — ГДК 0,085 мг/кг (2 клас безпеки).
- Стирол та епіхлоргідрин — ГДК 0,04 та 0,2 мг/кг відповідно (2 клас безпеки).
- Сажа та сірчистий ангідрид — 3 клас безпеки.

- Оксид вуглецю та гексан — 4 клас небезпеки.

### **1.5.3 Вплив на водні об'єкти скидів забруднюючих речовин**

Підприємство не здійснює скидів виробничих стічних вод безпосередньо у відкриті водні об'єкти. Фактично, виробнича стічна вода на комбінаті не скидається у чистому вигляді, оскільки технологічна вода або повністю втрачається (поглинається зерном при зволоженні), або випаровується під час охолодження.

Скид стічних вод об'ємом близько 9,2 тис. м<sup>3</sup>/рік здійснюється виключно у міську каналізаційну мережу. Сюди відносяться господарсько-побутові стоки їдальні, душових, гуртожитку, лабораторії та пекарні. Власні очисні споруди на підприємстві відсутні.

Встановлено жорсткі вимоги до якості зворотних вод, що скидаються в міськканалізацію, за такими показниками: рН (6,5–9,0), завислі речовини (до 244 мг/л), ХСК (385 мг/л), БСК<sub>5</sub> (154 мг/л), нафтопродукти (3,7 мг/л), мінералізація (2000 мг/л), а також лімітується вміст важких металів (залізо, кадмій, мідь, нікель, свинець, хром, цинк), фосфатів, сульфатів та хлоридів.

### **1.5.4 Шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення**

- **Шумове та вібраційне забруднення:** Основними джерелами технологічного шуму та вібрації є великогабаритне механічне обладнання: норії (9 шт. на елеваторі), вальцові станки А1-БЗН (16 шт. у розмельному відділенні сумарною потужністю 208 кВт), сепаратори, ситовійки та вентилятори пневмотранспортних і аспіраційних систем. Вплив локалізується всередині виробничих цехів, проте робота потужних вентиляторів та аспірації створює шумове навантаження на прилеглу промислово-транспортну зону.

- **Теплове забруднення:** Джерелом теплових виділень є вугільна котельня та системи вентиляції пневмотранспорту. Аудит ЮНІДО розглядає опції утилізації цього тепла (наприклад, використання повітря пневмотранспорту для

обігріву приміщень взимку, хоча це обмежено жорсткими нормами пожежної безпеки).

- **Радіаційне та світлове забруднення:** Знаходиться в межах природного фону. Світлове забруднення мінімальне, виникає лише під час роботи нічної зміни (підприємство за наявності замовлень працює цілодобово у 2 зміни по 12 годин).

### **1.5.5 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я людей та довкілля**

Оцінка ризику впливу на здоров'я людей та довкілля базується на понятті санітарно-захисної зони. Одеський комбінат хлібопродуктів за ДСП 173-96 відносяться до IV класу небезпеки з шириною санітарно-захисної зони 100 м, тобто найближча житлова забудова повинна бути розташована на відстані більше 100 м від джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Розмір СЗЗ уточнюється для різних напрямків вітру залежно від середньорічної рози вітрів району підприємства за формулою:

$$L' = L_0 * \frac{P}{P_0}, \text{ м} \quad (1.1)$$

де  $L$  – розмір, що розраховується від джерела забруднення, СЗЗ, м;  
 $L_0$  – нормативний розмір СЗЗ без обліку виправлення на розу вітрів, м.;  
 $P$  – середньорічна повторюваність напрямків вітрів розглянутого румба, %;  
 $P_0$  – повторюваність напрямків вітрів одного румба при круговій розі вітрів, %.  $P_0$  при восьми румбовій розі буде рівне:  $100/8=12,5$  %.

Середня роза вітрів для Одеської обл., %:

Півн.....	12	Півд.....	9
Півн.Сх.....	15	Півд.Зах.....	12
Сх.....	16	Зах.....	15
Півд.Сх.....	10	Півн.Зах.....	12
Штиль.....	1		

Отже, одержуємо:

$$L'_{\text{півн.}} = 100 * 12 / 12,5 = 96 \text{ м}$$

$$L'_{\text{півн.сх.}} = 100 * 15 / 12,5 = 120 \text{ м}$$

$$L'_{\text{сх.}} = 100 * 16 / 12,5 = 128 \text{ м}$$

$$L'_{\text{півд.сх.}} = 100 * 10 / 12,5 = 80 \text{ м}$$

$$L'_{\text{півд.}} = 100 * 9 / 12,5 = 72 \text{ м}$$

$$L'_{\text{півд.зах.}} = 100 * 12 / 12,5 = 96 \text{ м}$$

$$L'_{\text{зах.}} = 100 * 15 / 12,5 = 120 \text{ м}$$

$$L'_{\text{півн.зах.}} = 100 * 12 / 12,5 = 96 \text{ м}$$

Всі розрахунки зведемо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку уточненої санітарно-захисної зони

Напрямки вітру	Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
P	12	15	16	10	9	12	15	12
P/P <sub>0</sub>	0,96	1,2	1,28	0,8	0,72	0,96	1,2	0,96
L <sub>0</sub>	100							
L'	96	120	128	80	72	96	120	96
Уточнена СЗЗ	100	120	128	100	100	100	120	96

Фактична відстань до житлових будинків по вул. Чорноморського козацтва — 160 м. Однак, за розрахунками рози вітрів, уточнена межа СЗЗ у східному напрямку становить 128 м. Це є критичною точкою аудиту, оскільки зона впливу максимально наближається до забудови, що вимагає постійного інструментального контролю якості повітря саме на цьому румбі.

Головний ризик для здоров'я працюючого персоналу та мешканців прилеглих територій пов'язаний із хронічним інгаляційним впливом дрібнодисперсного пилу (зернового та борошняного). Зерновий пил належить до 3 класу токсичності. Тривале вдихання пилу без належного захисту та ефективної аспірації може викликати професійні захворювання дихальних шляхів (хронічні бронхіти, алергічні реакції).

Додатковий ризик несуть високотоксичні речовини 2-го класу небезпеки,

що виділяються у допоміжних цехах (марганець при зварюванні, стирол та епіхлоргідрин від множної техніки). Проте регулярний контроль ГДК на джерелах (з періодичністю 1 раз на рік) суттєво знижує екологічні ризики поза межами санітарно-захисної зони.

### **1.5.6 Кумулятивний вплив інших наявних об'єктів**

Оскільки комбінат розташований у великому промислово-транспортному вузлі м. Одеси поруч із портовою зоною та портоелеватором (звідки зерно безпосередньо надходить на підприємство по транспортній галереї), екологічне навантаження є кумулятивним. Викиди пилу та вихлопних газів від автомобільного й залізничного транспорту підприємства (тепловози, вантажівки) накладаються на міський та портовий смог. Це вимагає впровадження пилоподавлення (наприклад, регулярний полив заводських проїздів, на що витрачається близько 506 м<sup>3</sup>/рік води).

Також слід звертати увагу на те, що сумарний вплив пилу та оксидів азоту від сусідніх підприємств може призводити до перевищення допустимого навантаження навіть при дотриманні індивідуальних ГДВ. Це вимагає від терміналу впровадження систем пиловловлювання з ефективністю не нижче 98–99%.

### **1.5.7 Вплив діяльності на клімат**

Вплив підприємства на клімат оцінюється через обсяги споживання традиційної енергії та утворення парникових газів (CO<sub>2</sub>): комбінат споживає значні обсяги електроенергії (понад 3,5 млн кВт·год/рік, що складає 96,88% вартості всіх ресурсів), пальне для транспорту (бензин, дизель) та вугілля для котельні.

## Висновки до розділу I:

Наведена в розділі I інформація дозволяє сформулювати комплексні висновки щодо впливу Одеського КХП на фактори довкілля на основі аналізу всіх його технологічних ділянок (елеватора, зерноочисного та розмельного відділень, а також допоміжних цехів).

### Вплив на компоненти довкілля

- **Атмосферне повітря:** це головний екологічний аспект діяльності комбінату. На майданчику діє 68 джерел викидів із загальним обсягом 58,364 т/рік. Основне навантаження створює зерновий та дрібнодисперсний борошняний пил. Допоміжні підрозділи (вугільна котельня, тепловози, автотранспорт) додатково викидають оксид вуглецю (CO), діоксид азоту (NO<sub>2</sub>), діоксид сірки (SO<sub>2</sub>), сажу та незначні пари кислот з лабораторії. Очищення повітря здійснюється за допомогою аспіраційних мереж, фільтр-циклонів (марки РЦІ) та тканинних рукавних фільтрів з ефективністю 98–99%.

- **Здоров'я населення:** головний ризик для персоналу та мешканців прилеглих територій пов'язаний із хронічним інгаляційним впливом пилу 3–4 класів токсичності, що може викликати захворювання дихальних шляхів (бронхіти, алергії). Також виділяються високотоксичні речовини 2-го класу небезпеки (марганець при зварюванні, стирол та епіхлоргідрин від оргтехніки). Проте фактична відстань до житлової забудови (160 м) перевищує розраховану санітарно-захисну зону (максимум 128 м у східному напрямку), що мінімізує ризики за умови регулярного контролю ГДК. Додатковим фактором є технологічний шум від норій, сепараторів та вальцьових верстатів.

- **Вода:** прямий скид виробничих стічних вод у відкриті водойми відсутній. Технологічна вода або безповоротно поглинається зерном під час зволоження (близько 34,9 тис. м<sup>3</sup>/рік), або циркулює у замкнутому контурі оборотної води для охолодження валів і компресорів. У міську каналізацію скидається близько 9,2 тис. м<sup>3</sup>/рік виключно господарсько-побутових стоків (від душових, їдальні, лабораторії) під суворим контролем нормативних показників (рН, завислі речовини, ХСК, БСК<sub>5</sub>, жири, нафтопродукти).

- **Ґрунт:** пряме вилучення нових земель відсутнє. Асфальтобетонне покриття території мінімізує транзитне забруднення ґрунтів. Основний ризик пов'язаний із поводженням з відходами: на підприємстві утворюються відходи 1-го класу (ртутні люмінесцентні лампи — 480 шт/рік), 2-го класу (акумулятори — 0,2 т/рік), 3-го класу (відпрацьовані мастила та ганчір'я) та 4-го класу (побутове і будівельне сміття). Усі небезпечні відходи підлягають обов'язковій передачі ліцензованим підприємствам, що виключає їх потрапляння у ґрунт.

- **Фауна, флора, біорізноманіття:** прямий вплив на біоту мінімальний через розташування комбінату в урбанізованому промисловому середовищі міста. Опосередкований вплив має локальний характер і полягає в можливому осіданні зернового й борошняного пилу на листяний покрив навколишніх зелених насаджень.

- **Кліматичні фактори:** опосередкований вплив на клімат зумовлений значним споживанням традиційної енергії та палива, що супроводжується емісією парникових газів (CO<sub>2</sub>). Комбінат споживає понад 3,5 млн кВт·год/рік електроенергії, вугілля для котельні та дизельне паливо/бензин для транспортного сектору й маневрових тепловозів.

#### **Вплив на матеріальні, культурні та просторові фактори**

- **Матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину:** підприємство працює в межах давно сформованої промзони, тому історико-культурні чи археологічні пам'ятки в зоні впливу відсутні. Проте специфічною загрозою для матеріальних об'єктів самого комбінату є вибухонебезпечність дрібнодисперсного пилу фракцією менше 10 мкм (нижній поріг вибуховості 20–40 г/м<sup>3</sup>). Неєфективна аспірація може призвести до первинного вибуху від іскри та серії руйнівних вторинних вибухів у виробничих будівлях.

- **Ландшафт:** вплив на ландшафт відсутній. Виробнича діяльність ведеться на наявних площах промислового майданчика за адресою вул. Чорноморського козацтва, 20. Змін природного рельєфу, конфігурації

ландшафтних зон чи будівництва нових масштабних домінант, що змінювали б архітектурне обличчя міста, не передбачено.

- **Соціально-економічні умови:** вплив суттєво позитивний. Комбінат забезпечує стабільну переробку стратегічної сировини (пшениці) та виробництво продуктів харчування (борошна різних гатунків) і кормової бази (висівок). Організовано безперебійне цілодобове виробництво у 2 зміни по 12 годин, що гарантує збереження робочих місць. Крім того, підприємство отримує додатковий дохід від реалізації стороннім агропідприємствам понад 1800 тонн кормових відходів зерноочищення для виготовлення комбікормів. В екологічному плані комбінат несе кумулятивне навантаження разом із портовим елеватором та міським смогом, що змушує підприємство інвестувати у пилоподавлення (полив проїздів) та модернізацію систем вибухозахисту за стандартами АТЕХ.

## РОЗДІЛ 2.

### ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ КОМПОНЕНТІВ ДОВКІЛЛЯ

#### 2.1 Заходи загального характеру

Для комплексного зниження екологічного та енергетичного навантаження на базі Одеського КХП рекомендується до впровадження методологія Ресурсоефективного та більш чистого виробництва (РЕБЧВ) ЮНІДО. Заходи загального характеру базуються на принципах «зразкового господарювання» та оптимізації менеджменту:

- **Вдосконалення процесу керування:** формування помельних партій і замовлень на виробництво з мінімізацією розривів у роботі технологічних ліній. Це дозволяє повністю виключити холостий хід обладнання та скоротити кількість пусків-остановок, під час яких питоме споживання енергії та виділення пилу є максимальними.

- **Енергетичний менеджмент:** оскільки вартість електроенергії складає **96,88%** від загальної вартості енергетичних ресурсів підприємства, загальні заходи фокусуються на енергозбереженні.

- **Організація моніторингу:** запровадження постійного інструментального контролю за викидами забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферу на основі затвердженого План-графіку контролю відповідності гранично допустимих концентрацій (ГДК) (наприклад, на джерелах 0005, 0008, 0029, 0037 тощо).

## 2.2 Заходи, що зменшують техногенне навантаження на довкілля

Аналіз виходу продукції та відходів відносно сировини (при трисортному помелі з нормативним виходом борошна **78%**) виявив перевищення утворення відходів I та II категорій на **+5,3%** від норми, що веде до економічних втрат (понад 2 млн грн прибутку). Зменшення техногенного навантаження досягається модернізацією та диверсифікацією джерел енергії.

### 1. Заміна систем освітлення на світлодіодні (LED)

- **Обґрунтування:** заміна застарілих люмінесцентних ламп (потужністю 40 Вт / з урахуванням ПРА 57,1 Вт) на енергоефективні LED-лампи (16 Вт) у кількості 216 шт.

- **Екологічний ефект:** економія електричної енергії складає **21 328 кВт·год/рік**. Відповідно до методології БЧВ, це забезпечує зменшення викидів CO<sub>2</sub> більш ніж на **25%**.

### 2. Впровадження альтернативних джерел енергії для гарячого водопостачання

- **Обґрунтування:** заміна електричного бойлера нагріву води на вакуумні сонячні колектори (геліосистема) в літній період.

- **Екологічний ефект:** забезпечує екологічні переваги у вигляді зниження споживання викопної електроенергії. Потужність геліосистеми покриває потребу в теплі для нагріву 3 м<sup>3</sup> води на добу за 5 місяців із температурою повітря 25 °С, забезпечуючи економію **21 063 кВт·год**.

## 2.3 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо атмосферного повітря

Зернопереробне виробництво Одеського КХП має 68 джерел викидів ЗР (включаючи 5 неорганізованих), із сумарним викидом 58,364 т/рік. Головним забруднювачем є органічний та мінеральний пил (зерновий та борошняний).

## 1. Модернізація систем аспірації та пиловловлювання

Для очищення повітря від пилу зерноочисного відділення млина, вибійного відділення та складів використовуються високоефективні тканинні рукавні фільтри та фільтр-циклони марки РЦІ. Зерновий пил має нижній концентраційний поріг вибуховості (НКПВ) від 20 до 40 г/м<sup>3</sup>. Системи аспірації мають гарантувати залишкову запиленість значно нижче ГДК.

## 2. Інженерно-технічні заходи з вибухозахисту АТЕХ

Оскільки горючий пил у системах аспірації присутній постійно, вибухозахищене виконання передбачається вже при досягненні 10% від НКПВ (тобто від 2 г/м<sup>3</sup> для зернового пилу). Рекомендовано наступний комплекс захисту «під ключ»:

- **Активний захист (Система HRD):** встановлення оптичних датчиків (LumEx) та датчиків тиску (DetEx), які за 1 мс виявляють зародження вибуху і дають команду на випуск гасильної речовини (інертний склад або вода) з HRD-балонів, пригнічуючи тиск на рівні нижче 0,2 бар.
- **Пасивне відсікання вибуху:** монтаж механічних зворотних клапанів **B-FLAP I** на повітроводах. Під дією ударної хвилі заслінка клапана автоматично закривається і блокується, локалізуючи вибух всередині трубопроводу.
- **Безполум'яне звільнення вибуху:** використання пристроїв **FLEX** всередині приміщень. При спрацьовуванні вибухорозрядної мембрани полум'я проходить крізь сітки, що знижує температуру з 2600 °С до безпечних значень і запобігає виходу відкритого вогню в цех.

### 2.4 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо природних водойм від діяльності

Загальне водоспоживання комбінату (за історичними екологічними лімітами) становить близько 59,4 тис. м<sup>3</sup>/рік. Основна частина води витрачається на технологічні потреби (шнеки інтенсивного зволоження зерна — 34 957 м<sup>3</sup>/рік,

де вона повністю поглинається сировиною і не утворює стоків), а також на допоміжні процеси (охолодження компресорів 2ВМ2,5-12/9 та вальцьових верстатів А1-БЗН — разом 13 819 м<sup>3</sup>/рік).

#### **Комплекс водоохоронних заходів:**

1. **Організація оборотного водопостачання:** обґрунтовано використання зворотної повторно використовуваної води для охолодження технологічного обладнання (вальцьових верстатів та компресорів) в обсязі до 496 617 м<sup>3</sup>/рік. Це мінімізує забір свіжої води з міського водопроводу.

2. **Усунення дисбалансу та облік:** технологічний аудит виявив невизначений дисбаланс (надлишок за документами оплати стічних вод порівняно з водоспоживанням у розмірі +1054 м<sup>3</sup>/рік). Необхідно встановити лічильники на стічні води для точного комерційного та екологічного обліку.

3. **Контроль якості зворотних вод:** скид господарсько-побутових та очищених допоміжних стоків у міськканалізацію (ліміт ~9,2 тис. м<sup>3</sup>/рік) має суворо відповідати встановленим нормативам якості:

- Завислі речовини — не більше 244 мг/л;
- БСК<sub>5</sub> — не більше 154 мг/л, ХСК — не більше 385 мг/л;
- Нафтопродукти — до 3,7 мг/л, жири — до 30,0 мг/л.

#### **2.5 Заходи, що забезпечують екологічні нормативи щодо ґрунту від діяльності**

Для запобігання забрудненню навколишніх ґрунтів та підземних вод на Одеському КХП реалізується сувора система поводження з промисловими та господарськими відходами згідно із затвердженими лімітами на утворення та розміщення.

Таблиця 2.1 – Система заходів захисту земельних ресурсів:

Найменування відходу	Клас небезпеки	Метод захисту ґрунту / Поводження
Відпрацьовані люмінесцентні лампи	1	Суворий облік (до 480 шт/рік). Герметичне накопичення в спеціальній тарі у закритих приміщеннях, обов'язкова здача на демеркуризацію.
Батареї свинцеві зіпсовані	2	Накопичення на піддонах в критому складі, здача на спеціалізовану переробку.
Масла, мастила моторні та відпрацьовані ГСМ	3	Збір у металеві резервуари на бетонованих майданчиках з бортиками (для унеможливлення проливів на ґрунт), передача на регенерацію.
Змітки борошняні, оббивальний пил	4	Збір у закриті бункери відходів млина, подальша утилізація (використання як вторинної сировини).
Відходи комунальні змішані (ТПВ)	4	Збір у санкціоновані контейнери, регулярне вивезення на сертифіковані звалища ТПВ для запобігання захаращенню території.

**Примітка:** обсяг утворення відходів 4 класу (борошняний та зерновий пил) не повинен перевищувати 0,07% від загального об'єму переробленого зерна згідно з технологічними нормативами підприємства.

## 2.6 Заходи щодо утилізації твердих відходів господарювання

Процес переробки зерна на Одеському КХП супроводжується утворенням

значних обсягів відходів як основного технологічного (виробничого), так і допоміжного (невиробничого) характеру. Сумарний річний обсяг утворення відходів складає значну частку від оброблюваної сировини, що потребує чіткої системи менеджменту.

### **Класифікація та поводження з відходами на підприємстві**

Відповідно до екологічних паспортів підприємства, всі тверді відходи розподіляються за класами небезпеки та напрямками їхнього подальшого руху (Таблиця 2.2):

Таблиця 2.2 – Номенклатура відходів та способи поводження з ними

Найменування відходу	Клас небезпеки	Річний обсяг (ліміт)	Кінцева точка / Спосіб поводження
Відпрацьовані люмінесцентні лампи	1	480 шт	Накопичення у герметичній тарі, демеркуризація спеціалізованими підприємствами
Батареї свинцеві зіпсовані	2	0,2 т	Накопичення, передача на спеціалізовану переробку
Відходи стабілізовані/затверділі	3	0,15 т	Тимчасове накопичення, здача на переробку
Масла, мастила моторні та трансмісійні	3	0,2 т	Збір в резервуари, передача на регенерацію/переробку
Матеріали обтиральні забруднені	3	0,1 т	Накопичення, передача на утилізацію
Пил оббивальний	4	50 т	Збір аспіраційними

Найменування відходу	Клас небезпеки	Річний обсяг (ліміт)	Кінцева точка / Спосіб поводження
			системами, утилізація (використання в кормових сумішах або брикетування)
Змітки борошняні	4	10 т	Повне збирання, підлягають комерційній утилізації
Тирса деревини	4	3,2 т	Накопичення, використання як палива чи передача на утилізацію
Пакувальні матеріали (пластмаса, картон)	4	0,7 т	Сегрегація, передача як вторинна сировина на переробку
Відходи будівельних робіт та ремонту	4	16,5 т	Вивезення та розміщення на звалищі ТПВ
Відходи комунальні змішані (із урн)	4	36 т	Регулярне вивезення на звалище ТПВ

### **Комерційний потенціал утилізації сировинних відходів**

Окрему екологічну та економічну групу складають великі об'єми побічних продуктів переробки:

- Відходи кормові: 1691 т/рік.
- Відходи непридатні: 215 т/рік.

Екологічне обґрунтування: пряме вивезення таких відходів на

сміттєзвалища викликає процеси гниття, виділення метану ( $\text{CH}_4$ ) та інфільтрацію токсичних речовин у підземні води. На Одеському КХП реалізовано принцип циркулярної економіки — ці відходи повністю передаються на продаж (реалізуються тваринницьким комплексам для виготовлення комбикормів). При середній вартості реалізації близько 240 грн/т, підприємство отримує дохід у розмірі 458 511 грн/рік, нівелюючи плату за екологічний податок за розміщення відходів.

## 2.7 Заходи з енергозбереження

Енергетичний аудит Одеського КХП показав, що вартість електроенергії складає 96,88% від загальної вартості всіх енергоресурсів підприємства. Впровадження методики ЮНІДО дозволило виділити пріоритетні заходи з енергозбереження із сумарним річним потенціалом економії коштів понад 40 101,4 грн/рік (за оптимістичними розрахунками модернізації — до 1,2 млн грн/рік).

### 1. Модернізація системи освітлення (Опція з внутрішніми інвестиціями)

Заміна ламп розжарювання та застарілих люмінесцентних ламп на високоефективні LED-світильники.

- **Екологічний ефект:** Зменшення споживання електроенергії знижує вуглецевий слід підприємства (викиди  $\text{CO}_2$  від ТЕС при генерації енергії) більш ніж на 25%. Також виключається утворення небезпечних відходів 1 класу — ртутьвмісних ламп.

- **Розрахункові показники економії:**

- *Поточне споживання системи (до впровадження):* 29 622,9 кВт·год/рік.

- *Споживання після модернізації:* 8 294,4 кВт·год/рік.

### 2. Впровадження геліосистем для підігріву води (Опція із зовнішніми інвестиціями)

Оскільки підприємство використовує значні обсяги гарячої води для господарсько-побутових потреб (їдальня, душові тощо), пропонується заміна електричних бойлерів на вакуумні сонячні колектори типу *Rucelf SCV 12* у літній період (не менше 5 місяців на рік з температурою повітря 25°C).

- **Розрахунок потреби обладнання:** для забезпечення нагріву 3,0 м<sup>3</sup> води на добу з середньої температури водопроводу 13,5°C до технологічних 55°C необхідно 153,13 кВт·год енергії щодня. Враховуючи інсоляцію в Одеському регіоні, розраховано необхідність встановлення геліосистеми з 27 колекторів (разом 317 вакуумних трубок).

### **3. Заміна електричного підігріву на газове котельне обладнання**

Для забезпечення потреб ГВП у зимовий та перехідний періоди обґрунтовано заміну ТЕНів електричних бойлерів на автоматизований газовий котел потужністю 60 кВт (витрата газу 7,2 м<sup>3</sup>/рік).

## **2.8 Заходи зменшення викидів від автотранспорту**

На балансі підприємства та його промислового майданчику функціонує автотранспортний сектор (автомобілі ГАЗ, ЗІЛ, ВАЗ, CHERY, TOYOTA), який є мобільним джерелом забруднення атмосфери. Основні забруднюючі речовини вихлопних газів: оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO<sub>2</sub>), сажа, а також похідні вуглеводнів мазутного ряду (C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>).

Для мінімізації викидів від автотранспорту розроблено наступний комплекс інженерних та організаційних рішень:

1. **Оптимізація логістичних маршрутів та завантаження (Опція безінвестиційна):** формування великих помольних і відвантажувальних партій безпосередньо через керівну структуру в Києві дозволяє уникнути холостих пробігів автотранспорту, оптимізувати роботу залізничних маневрових тепловозів у депо підприємства.

2. **Технічне регулювання та перехід на альтернативне паливо:**

- Переведення вантажних автомобілів малої та середньої тоннажності (ГАЗ, ЗІЛ) на зріджений нафтовий газ (пропан-бутан) або стиснений природний газ (метан). Це дозволяє знизити викиди сажі практично до нуля, а викиди CO та NO<sub>2</sub> — на 40–50%.

- Впровадження обов'язкового щоквартального інструментального контролю токсичності вихлопних газів на посту ТО.

3. **Організація інфраструктури промислового майданчика:** зниження пилоутворення від руху колісного транспорту внутрішніми проїздами за рахунок їх регулярного вологого прибирання.

## 2.9 Розрахунки щодо забруднення довкілля

Зернопереробне підприємство є потужним джерелом утворення специфічного органічного та мінерального пилу, який за класифікацією EN 1127-1-2014 має жорсткі обмеження. Розрахунок матеріальних балансів є підґрунтям для проектування систем пиловловлювання та визначення екологічних ризиків.

### 1. Матеріальний баланс виробництва

Загальний обсяг переробки зерна пшениці склав 30 748,00 т/рік. Розподіл маси речовини наведено в Таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Матеріальний баланс переробки сировини

Компонент балансу	Вихід продукції, т	Відсоткова частка, %	Відхилення від європейського нормативу
Сировина (Зерно)	30 748,00	100,00	Базис
Борошно вищого гатунку	8 161,96	26,50	-1,0%
Борошно 1 гатунку	9 850,64	32,20	-2,8%
Борошно 2 гатунку	3 940,25	12,80	-2,7%
<i>Разом корисного борошна</i>	<i>21 952,85</i>	<i>71,50</i>	<i>-6,5%</i>

Компонент балансу	Вихід продукції, т	Відсоткова частка, %	Відхилення від європейського нормативу
Висівки пшеничні	6 191,83	20,50	+1,4%
Відходи I та II категорії	2 306,10	7,50	+5,3%
Відходи III категорії	92,24	0,30	-0,4%

**Екологічний висновок з балансу:** Перевищення норми утворення відходів I та II категорій на 5,3% свідчить про високу початкову засміченість вхідного зерна та суттєвий унос борошняних частинок в аспіраційні мережі, що збільшує навантаження на циклони та фільтри.

## 2. Розрахунок водогосподарського балансу

Сумарне водокористування підприємства становить 59 466,3 м<sup>3</sup>/рік. Основна маса води витрачається на безповоротні технологічні процеси (інтенсивне зволоження зерна шнеками перед помелом — 34 957 м<sup>3</sup>/рік) та компенсацію втрат (підпитку) систем охолодження вальцьових верстатів А1-БЗН і компресорів 2ВМ2,5 (разом 13 819 м<sup>3</sup>/рік).

Обсяг стічних вод, що скидаються у міську каналізацію, розрахований і становить 9 042,5 м<sup>3</sup>/рік.

## 3. Розрахунок вибухонебезпечності пилоповітряних сумішей в системах аспірації

Зерновий пил є пожежо- та вибухонебезпечним (3 клас токсичності та вибухонебезпеки). Його нижній концентраційний поріг вибуховості (НКПВ) становить 20–40 г/м<sup>3</sup>.

За правилами Ех-захисту (стандарти АТЕХ), системи вибухозахисту обов'язково розраховуються і встановлюються при досягненні концентрації пилу вже у 10% від НКПВ, тобто від 2 г/м<sup>3</sup>.

Для розрахунку захисних мембран (VMP розривних панелей) на фільтрах та

силосах використовуються експериментальні фізико-хімічні параметри пилу, які визначаються в акредитованій лабораторії:

- Максимальний тиск вибуху ( $P_{max}$ );
- Швидкість зростання тиску ( $((dp/dt)_{max})$ );
- Клас вибухонебезпечності пилу ( $K_{st}$ ).

#### 4. Розрахунки відходів нехарчового типу

1) Група акумуляторні батареї зіпсовані або відпрацьовані

Виходячи з технічних характеристик і нормативних термінів акумуляторів визначаємо кількість відпрацьованих акумуляторів в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Кількість відпрацьованих акумуляторів

Марка автомобілю	Шт.	Тип акумулятора	Вага Акумулятора, кг	Загальна акумуляторна маса, т	термін експлуатації
ЗІЛ-133	1	6СТ-132	41,0	0,041	2,5
МАЗ-500	1	6СТ-132	41,0	0,041	2,5
КАМАЗ	2	6СТ-132	41,0	0,082	2,5
ГАЗ-53	2	6СТ-75	25,0	0,05	2,5
ГАЗ-3309	4	6СТ-90	28,0	0,112	2,5
ГАЗ-33021	2	6СТ-60	19,5	0,039	2,5
ДЕО «Есперо»	1	6СТ-55	17,0	0,017	2,5
<b>Всього:</b>				<b>0,382</b>	

Таким чином, обсяг відходу акумуляторної маси за 30 місяців склав 0,382 т, в рік становить:

$$P_{год} = 0,382/30*12=0,2 \text{ т/год} \quad (2.1)$$

2) Група масла й змащення моторні, трансмісійні та інші зіпсовані або відпрацьовані.

Заміна масла здійснюється на спеціальному обладнанні в постах, де виконується збір відпрацьованих масел в закриті ємності.

Кількість відпрацьованих масел визначається за формулою 1

$$Nm = S/S_n * V_N * \rho * 10^{-3} * n \quad (2.2)$$

Де: S-пробіг автомобіля, км/рік

S<sub>n</sub>-нормативний пробіг автомобіля до заміни масла, км

$$S/S_n = z \quad (2.3)$$

z-кількість замін в рік,

V<sub>N</sub>-нормативний обсяг заміни масла, л

ρ-питома вага масла.

n-кількість автомобілей даного типу.

Результати розрахунку обсягу відходів масел, що утворюються приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Обсяг відходів масла

Марка автомобіля	Кількість автомобілів	Річний пробіг, км S	Нормативний пробіг до заміни масла, км, S <sub>n</sub>	Кількість замін на рік, z	Об'єм змінюваного масла, л, V <sub>N</sub>	Всього відходів масла, т
ЗІЛ-133	1	2000	10000	0,2	25,0	0,0045
МАЗ-500	1	10000	10000	1,0	25,0	0,0225
КАМАЗ	2	10000	10000	1,0	25,0	0,0225
ГАЗ-3309	6	11000	10000	1,1	8,0	0,0079
ГАЗ-33021	2	12000	7000	1,7	5,0	0,0077
ДЕО «Есперо»	1	13000	7000	1,9	3,0	0,0051
<b>Всього:</b>						<b>0,07</b>

Річний обсяг відходів відпрацьованих масел становить П<sub>отх</sub>=0,07 т/рік.

3) Група масляні фільтри.

При заміні масла відповідно до технічних умов експлуатація автотехніки на кожній одиниці проводиться заміна масляного фільтра.

Маса фільтрів відпрацьовали визначаємо за формулою:

$$M=N*g, \quad (2.4)$$

де:

N- кількість фільтрів підлягають заміні в протягом року, шт/рік

$$N=n*\tau, \text{ де} \quad (2.5)$$

n-кількість фільтрів (авто даної марки), шт.

$\tau$ -періодичність заміни масла (фільтрів), раз/рік.

$$\tau=L_{\phi}/L_n, \quad (2.6)$$

де  $L_{\phi}$  -фактичний пробіг автомобіля, тис.км

$L_n$  - нормативний пробіг автомобіля, тис.км

g-маса фільтруючого елементу, ср. 1,2 кг

$$M=n* L_{\phi}/L_n*g*10^{-3}, \text{ т/рік} \quad (2.7)$$

Таблиця 2.5 – Масляні фільтри

Марка автомобіля	Кількість автомобілів	Річний пробіг, км S	Нормативний пробіг до заміни масла, км, $S_n$	Кількість заміна рік, z	Вага одного фільтру, кг	$M=m*g/1000*t$ , т/рік
ЗІЛ-133	1	2000	10000	0,2	0,3	0,00006
МАЗ-500	1	10000	10000	-	-	-
КАМАЗ	2	10000	10000	1,0	0,3	0,0003
ГАЗ-3309	6	11000	10000	1,1	0,2	0,00022
ГАЗ-33021	2	12000	7000	1,7	0,1	0,00017
ДЕО «Есперо»	1	13000	7000	1,9	0,1	0,00019
<b>Всього:</b>						<b>0,001</b>

4) Група - шини відпрацьовані.

Для визначення ресурсів зношених покришок використовують:

✓ уряд підлягають заміні в поточному році покришок в асортименті, визначаються по марці і кількістю автотранспорту, по фактичному пробігу (тис.км за год) і нормативному пробігу (тис.км).

✓ маса зношеної шини.

Тоді

$$M=m*G*10^{-3}, \text{ т.} \quad (2.8)$$

де:

m-кількість шин,

$$m=k*n/\tau, \text{ шт.}, \quad (2.9)$$

де:

k-кількість колес на авто,

n-кількість авто,

$\tau$ -періодичність заміни шин. років.

$$\tau=L_{\phi}/L_{н} \quad (2.10)$$

де:

$L_{\phi}$ -Нормативний пробіг, тис.км,

$L_{н}$ -фактичний пробіг, тис.км/год,

q-вага шини, кг.

Результати розрахунку обсягів відходів шин, що утворюються приведенні в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Обсяг відходів шин

Марка автомобіля	Кількість автомобілів	К-ть шин, на авто шт.п	Норми експлуатаційного	Фактичний пробіг Т. км $L_{\phi}$	Періодичність заміни шин, роки	Вага однієї шини, кг	$M=m*g/1000*t$ , т/рік
ЗІЛ-133	1	10	80000	2000	0,03	40,0	0,012
МАЗ-500	1	6	80000	10000	0,1	50,0	0,03
КАМАЗ	2	10	80000	10000	0,1	40,0	0,04
ГАЗ-3309	6	6	80000	11000	0,1	35,0	0,021
ГАЗ-33021	2	6	4000	12000	0,3	13,0	0,0234
ДЕО «Есперо»	1	4	4000	13000	0,3	10,0	0,012
<b>Всього:</b>							<b>0,14</b>

5) Відходи стабілізовані або затверділі з допомогою матеріалу пов'язаного неорганічного - замазучений пісок

Стабілізація випадково пролитої нафтопродуктів проводиться за допомогою піску. Кількість вхідних непостійна і залежить від обсягу пролита нафтопродуктів. З досвіду роботи встановлено, що 0,1 т/рік піску - це досить для стабілізації розливу. Відпрацьований пісок збираються в металевий контейнер щільно закривається кришкою.

$$P_{\text{замаз.пісок}}=0,1 \text{ т/рік}$$

б) Відходи споживання. Лампи люмінесцентні.

Група - відходи діяльності установ.

Відповідно до норм освітленості становить 40 Ват/м<sup>2</sup> і площі приміщень, періода штучного освітлення:  $K=324_{\text{дні}}*6=1944$  годин і термін служби люмінесцентних ламп ( $G=10000$  годин), кількість (М) встановлених для освітлення в виробничих приміщеннях підприємства люмінесцентних ламп в кількості 150 штук.

Норматив освіти визначається за формулою:

$$N=M*K/G \quad (2.11)$$

$$N=150*1944/10000=30 \text{ шт}(0,03\text{т/рік})$$

## 5. Заходи щодо зменшення викидів пилу

Зерновий і борошняний пил може бути причиною підвищеної вибухонебезпеки.

На борошномельному заводі ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» заходи, що стосуються захисту оточуючого середовища тісно пов'язані з роботою підприємства. Основними забруднювачами підприємства є пил зерновий і борошняний. Для забезпечення належного очищення повітря, що відходить від систем пневмотранспорту і аспіраційних мереж широко використовується пилоочисне обладнання, яке представлене фільтрами РЦЕ у зерноочисному і розмельному відділеннях та батарейними циклонами БЦШ, УЦ та ЦОЛ у вибійному відділенні, примлиновому елеваторі та ремонтно-будівельної

ділянки механічного цеху.

Фільтри РЦЕ характеризуються хорошою роботою з великою ефективністю очистки 97,0-99,2%.

Що стосується вибійного відділення, то у ньому викиди борошняного пилу значно більші ніж з інших джерел, тому запропоновано замінити існуючий фільтр на фільтр типу РЦЕ.

Для визначення параметрів і ефективності очистки запропонованого фільтру проведемо розрахунок:

1. Параметри рукавного фільтру:

1) Визначення загальної площі фільтра:

$$F_{\phi} = \frac{Q}{60 \times q} = \frac{4971,6}{60 \times 7,2} = 11,51, \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

де Q – пропускна здатність, Q = 4971,6 м<sup>3</sup>/год;

q – повітропроникність тканини, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> хв;

2) Повітропроникність тканини:

$$q = q_n \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 5 \times 1,08 \times 1,02 \times 1,4 \times 0,95 \times 0,98 = 7,2 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ хв};$$

де q<sub>n</sub> - нормативне газове навантаження; q<sub>n</sub> = 300 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год = 5 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> хв;

K<sub>1</sub> – коефіцієнт, що враховує особливості регенерації рукавних фільтрів; K<sub>1</sub> = 1,08;

K<sub>2</sub> – коефіцієнт, що враховує вплив C<sub>вх</sub>; K<sub>2</sub> = 1,02;

K<sub>3</sub> – коефіцієнт, що враховує вплив дисперсного складу пилу; K<sub>3</sub> = 1,4;

K<sub>4</sub> – коефіцієнт, що враховує температуру газу, що очищується; K<sub>4</sub> = 0,95 при t = 28°C;

K<sub>5</sub> - коефіцієнт, що враховує вимоги по ефективності очистки; K<sub>5</sub> = 0,98 [59].

3) Площа тканини рукава:

$$f_p = \pi \times d_p \times l_p = 3,14 \times 0,12 \times 1,8 = 0,68, \text{ м}^2;$$

d<sub>p</sub> - діаметр рукава; d<sub>p</sub> = 0,12 м;

l<sub>p</sub> - довжина рукавів; l<sub>p</sub> = 1,8 м[5].

4) Кількість рукавів:

$$n_p = \frac{F_{\phi}}{f_p} = \frac{11,51}{0,68} = 17 \text{ шт} \quad (2.13)$$

2. Ефект затримання пилу:

$$5) \eta = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{C_{\text{вх}}} \times 100\% = \frac{500,5 - 7,5}{500,5} \times 100 = 98,5\% \quad (2.14)$$

де  $C_{\text{вх}}$  – концентрація пилу до очистки, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{вих}}$  - концентрація пилу після очистки, мг/м<sup>3</sup>;

6) Кількість затриманого пилу:

$$G_{\text{п}} = \frac{\eta \times Q \times C_{\text{вх}} \times 10^{-6}}{100} = \frac{98,5 \times 4971,6 \times 500,5 \times 10^{-6}}{100} = 2,45 \text{ кг/ГОД} \quad (2.15)$$

3. Опір рукавного фільтру:

$$7) \Delta P = \Delta P' + \Delta P'' = 47600 + 40,3 = 47640,3 \text{ Па} \quad (2.16)$$

8) Опір тканини, яка містить пил, що не відтряхується:

$$\Delta P' = 10 \times K_6 \times \mu_{\text{в}}(t_i) \times C_{\text{вх}} \times \frac{\tau}{60} \times \left(\frac{q}{60}\right)^2 =$$
$$10 \times 85 \times 10^6 \times 15,54 \times 10^{-6} \times 500,5 \times 0,5 \times \left(\frac{7,2}{60}\right)^2 = 47600 \text{ Па} \quad (2.17)$$

де  $K_6$  – коефіцієнт, що характеризує опір фільтруючої тканини після регенерації;

$K_6 = 85 \times 10^6 \text{ м/кг}$

9) Опір шару пилу, що знаходиться на поверхні тканини, що удаляється при встряхуванні:

$$\Delta P' = 10 \times K_7 \times \mu_{\text{в}}(t_i) \times \left(\frac{q}{60}\right)^4 = 10 \times 1250 \times 10^6 \times 15,54 \times 10^{-6} \times \left(\frac{7,2}{60}\right)^4 = 40,3 \text{ Па} \quad (2.18)$$

$K_7$  – коефіцієнт опору шару пристінкового пилу,  $K_7 = 1250 \times 10^6 \text{ м}$ ;

10) Швидкість фільтрації:

$$w = \frac{Q}{F_{\text{ф}} \times 60} = \frac{4971,6}{11,51 \times 60} = 7,2 \text{ м/хв} \quad (2.19)$$

$w$  – швидкість фільтрації, м/хв;

$\mu_{\text{в}}(t_i)$  – динамічна в'язкість повітря,  $\mu_{\text{в}}(t_i) = 15,54 \times 10^{-6} \text{ Па с}$ ;

4. Потужність приводу:

$$10) N = \frac{K_8 \times \Delta P \times Q}{\eta_{\text{пр}} \times \eta_{\text{в}} \times 3600} = \frac{1,3 \times 47640,3 \times 4971,6}{0,95 \times 0,9 \times 3600} = 100,03 \times 10^3 \text{ Вт} \quad (2.20)$$

$K_8$  – коефіцієнт запасу потужності,  $K_8 = 1,3$ ;

$\eta_{\text{пр}}$  - ККД приводу,  $\eta_{\text{пр}} = 0,95$ ;

$\eta_{\text{в}}$  - ККД вентилятору,  $\eta_{\text{в}} = 0,9$

5. Об'єм затриманого пилу і режим вивантаження бункера:

11) Об'єм рукавного фільтру:

$$W_p = f_p \times l_p \times K_9 = 0,68 \times 1,8 \times 0,6 = 0,73 \text{ м}^3 \quad (2.21)$$

де  $l_p$  – довжина рукава; м;

$K_9$  – коефіцієнт заповнення рукава,  $K_9 = 0,6$

12) Об'єм отриманного пилу:

$$W_{\text{п}} = \frac{G_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}}} = \frac{2,45}{550} = 0,004, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.22)$$

13) Час накопичення пилу:

$$T_{\text{нак.п}} = \frac{W_p \times n_p}{W_{\text{п}}} = \frac{0,73 \times 17}{0,004} = 129,3 \text{ діб} \quad (2.23)$$

Отже: марка фільтра – РЦІЕ -15,6-24; виконання – ліве; площа фільтруючої поверхні –  $15,6 \text{ м}^2$ ; число і довжина рукавів  $d=116 \text{ мм} - 24/1800$ ; діаметр  $D = 1148 \text{ мм}$ ; висота без шлюзового затвора і ліхтаря/при повної комплектації -  $h_1 = 4050 \text{ мм}$ ,  $h=4542 \text{ мм}$ ; довжина  $L=1550 \text{ мм}$ ; ширина  $B= 1285 \text{ мм}$ ; маса –  $873 \text{ кг}$ ; марка шлюзового затвору - РЗ-БШМ/2. Схематичне зображення фільтра РЦІЕ -15,6-24 наведено на рис.2.1.

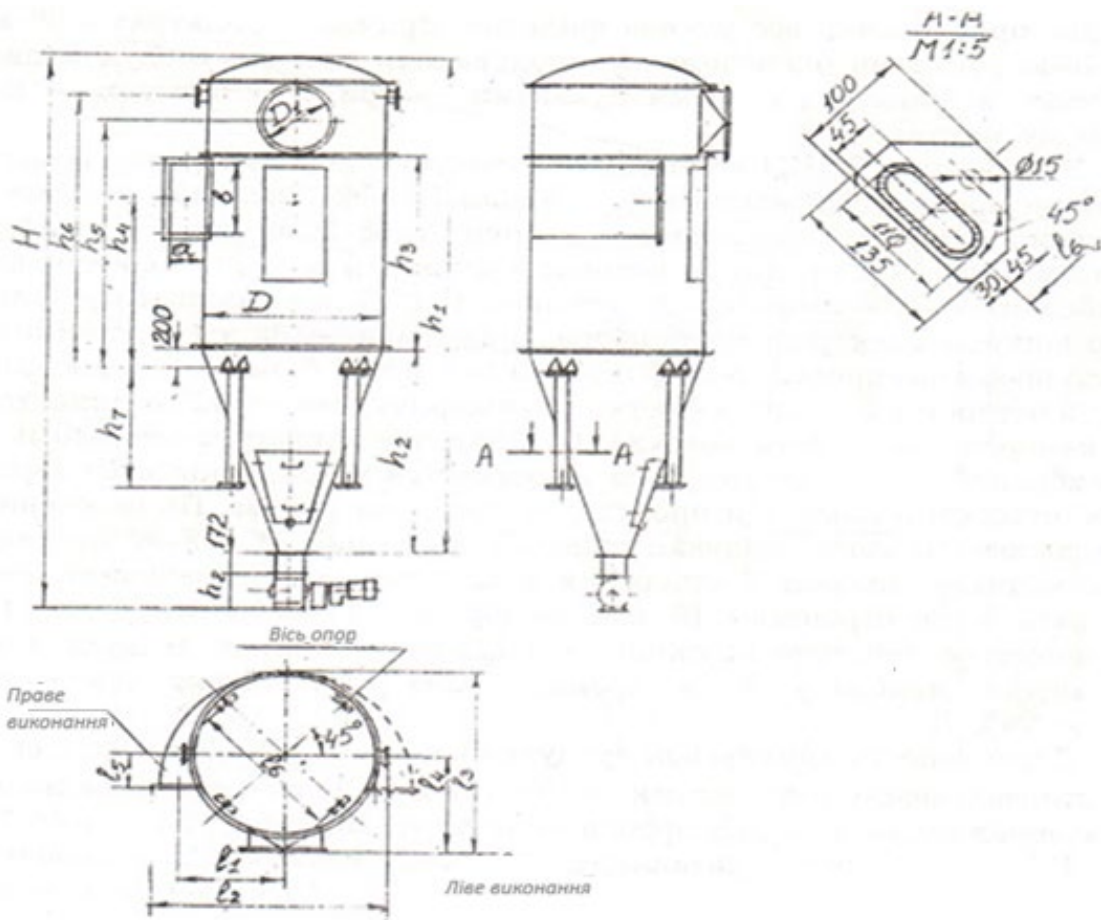


Рис. 2.1 – Схематичне зображення фільтра РЦІЕ -15,6-24

Альтернативою заміні фільтру 2Х4УЦ-550 на РЦЕ-15,6-24 може бути двоступенева очистка, спочатку на циклоні батарейному БЦШ, а потім на 2х4УЦ-550, як у джерелі викидів № 0022. Ефективність очистки у цьому випадку складатиме 99,5%.

## 2.10 Контроль якості навколишнього середовища

Екологічний контроль на Одеському КХП охоплює моніторинг організованих джерел викидів в атмосферне повітря (загалом на проммайданчику виявлено 68 джерел викидів, сумарна потужність викиду — 58,364 т/рік) та хімічний аналіз зворотних вод.

### 1. План-графік моніторингу атмосфери (контроль ГДВ)

Контроль здійснюється акредитованою лабораторією з періодичністю 1 раз на рік для основних джерел (Таблиця 2.7):

Таблиця 2.7 — Нормативи контролю викидів на ключових джерелах

№ Джерела	Виробнича ділянка	Контрольована речовина	Допустима концентрація (мг/м <sup>3</sup> )	Норматив викиду (г/с)
0005	Елеватор (башня)	Пил зерновий	495,8	0,402
0008	Транспортна галерея	Пил зерновий	113,0	0,210
0029	Зерноочисний цех	Пил зерновий	20,3	0,085
0037	Розмельне відділення	Пил борошняний	13,9	0,075

№ Джерела	Виробнича ділянка	Контрольована речовина	Допустима концентрація (мг/м <sup>3</sup> )	Норматив викиду (г/с)
0041	Складальний колектор млина	Пил борошняний	11,0	0,078
0048	Вибійне (фасувальне) відділення	Пил борошняний	11,6	0,016

## 2. Контроль якості стічних вод (скид у міську каналізацію)

Підприємство зобов'язане забезпечувати та контролювати гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин у своїх зворотних водах перед скиданням у міську мережу водовідведення:

### Параметри екологічного паспорта зворотних вод ОКХП:

- Водневий показник: рН = 6,5 - 9,0.
- Завислі речовини: 244 мг/л; ХСК: 385 мг/л; БСК<sub>5</sub>: 154 мг/л.
- Азотна група: Азот загальний — 20,6 мг/л; нітрати — 10,2 мг/л; нітрити — 1,0 мг/л.
- Специфічні компоненти: Сульфати — 300 мг/л; хлориди — 350 мг/л; жири — 30,0 мг/л; нафтопродукти — 3,70 мг/л; СПАР — 5,0 мг/л.
- Важкі метали (контроль токсичності): Залізо (0,5 мг/л), Мідь (0,05 мг/л), Цинк (1,0 мг/л), Свинець (0,05 мг/л), Хром (+3 — 0,5 мг/л; +6 — 0,02 мг/л).
- Загальна мінералізація (сухий залишок): не більше 2000 мг/л.

## 3. Технічні рішення з вибухобезпеки аспіраційних систем

З огляду на неефективність старих циклонів, які не вловлюють дрібнодисперсний пил розміром менше 10 мкм (найбільш вибухонебезпечна

фракція), контроль безпеки повітряного середовища всередині цехів забезпечується сучасними інженерними системами від сертифікованих європейських виробників (наприклад, лінійка *RSBP*):

- **Активний захист (Системи HRD):** Використання оптичних датчиків *LumEx* та швидкісних датчиків тиску *DetEx*, які фіксують зародження первинного спалаху пилу за 1 мс і миттєво (активація балонів з інертною речовиною/водою при тиску < 0,2 бар) локалізують вибух.

- **Пасивне відсікання вибуху (Клапани B-FLAP I):** Механічні зворотні клапани на повітроводах систем аспірації, які під дією ударної хвилі автоматично блокуються у закритому положенні, не даючи полум'ю поширитися на суміжні технологічні цехи.

- **Безполум'яне звільнення тиску:** Встановлення полум'ягасників *FLEX* сумісно з розривними мембранами всередині приміщень, що дозволяє знижувати температуру газів вибуху з 2600°C до безпечних показників завдяки системі металевих розсіювальних сіток.

## **Висновки до розділу II:**

### **1. Атмосферне повітря та пилове навантаження**

- Для вловлювання пилу застосовуються високоефективні тканинні рукавні фільтри та фільтр-циклони марки РЦІ. Проте старі циклони є неефективними проти дрібнодисперсного пилу (менше 10 мкм).

### **2. Техногенна та вибухова безпека (ATEX)**

За стандартами ATEX системи безпеки налаштовані на спрацьовування вже при 10% від НКПВ (від 2 г/м<sup>3</sup>). Застосовується трирівневий комплекс: активне пригнічення вибуху за 1 мс (система HRD з датчиками LumEx/DetEx), пасивне відсікання вогню у повітроводах (клапани B-FLAP I) та внутрішнє безполум'яне скидання тиску (пристрої FLEX).

### **3. Раціональне водокористування**

- Більша частина води (34,957 тис. м<sup>3</sup>/рік) безповоротно поглинається

зерном під час інтенсивного зволоження і не утворює стоків.

- Для охолодження компресорів та вальцових верстатів впроваджено замкнутий контур оборотного водопостачання обсягом до 496,617 м<sup>3</sup>/рік, що мінімізує забір свіжої води.

- Обсяг скиду господарсько-побутових стоків у міську каналізацію становить ~9,042 тис. м<sup>3</sup>/рік. Скид потребує суворого інструментального контролю за показниками завислих речовин (до 244 мг/л), ХСК (до 385 мг/л), нафтопродуктів та важких металів.

#### **4. Утворення та менеджмент відходів**

- При трисортному помелі виявлено перевищення норми утворення відходів I та II категорій на +5,3%, що вказує на високу сміттеву засміченість вхідного зерна та унос часток в аспірацію.

- Побічні продукти переробки (1691 т/рік кормових відходів) не вивозяться на звалища, а повністю реалізуються тваринницьким комплексам для комбікормів, приносячи підприємству понад 458 тис. грн/рік доходу.

- На підприємстві діє система сегрегації відходів за класами небезпеки:

- 1 клас (*Ртутні лампи*): до 480 шт/рік, зберігаються герметично, здаються на демеркуризацію.

- 2 клас (*Акумулятори*): утворюється 0,2 т/рік від автотранспортного сектору.

- 3 клас (*Мастила, замазучений пісок*): збираються в резервуари на бетонуваних майданчиках для уникнення проливів у ґрунт.

#### **5. Енергоефективність та декарбонізація**

*Енергетичний менеджмент:* Оскільки електроенергія становить 96,88% від вартості всіх енергоресурсів КХП, впроваджено заходи еко-модернізації:

- Заміна застарілих люмінесцентних ламп на LED (16 Вт) зменшує споживання електрики на 21 328 кВт·год/рік та скорочує викиди CO<sub>2</sub> на 25%.

- Впровадження вакуумної геліосистеми (27 колекторів) у літній період забезпечує нагрів 3 м<sup>3</sup> води на добу та економить 21 063 кВт·год енергії.

*Оптимізація логістики:* Переведення вантажівок ГАЗ і ЗІЛ на пропан-

бутан/метан дозволяє знизити викиди сажі до нуля, а викиди CO та NO<sub>2</sub> — на 40–50%. Мінімізація холостого ходу обладнання суттєво зменшує залпові пилові викиди під час пусків-зупинок технологічних ліній.

## РОЗДІЛ 3

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### **Вступ**

Виробничі процеси на підприємстві ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів», яке призначається для зберігання і переробки зерна (млин, елеваторно-складське господарство) характеризується наявністю ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів всіх чотирьох класифікаційних груп, встановлених [27]. На борошномельному заводі застосовується різноманітне по типу і по призначенню обладнання: технологічне (машини і устаткування для очистки і сушки зерна, подрібнення і просіювання зерна і продуктів його переробки, агрегати для гідротермічної обробки зерна, вагово-вибійні апарати), транспортуюче (гвинтові транспортери, устаткування пневмотранспорту), електрообладнання, засоби автоматики, вантажопідйомні машини (ліфти, електро-і автопогрузчики), сосуди, що працюють під тиском (парові і водогрійні котли, компресорні установки, пристрої в газових сітях).

Порушення правил безпеки експлуатації і конструктивні недоліки вищеперерахованого обладнання нерідко призводять до типових механічних, теплових, електричних та інших видів травм, тому охорона здоров'я людей шляхом створення безпечних і сприятливих для людини умов праці, являється основною задачею охорони праці на підприємстві.

Актуальними заходами з охорони праці для харчових підприємств вважаються впровадження умов праці на всіх робочих місцях у відповідності з діючими нормами, ліквідація тяжкої фізичної праці, вилучення з виробництва машин і обладнання, робота на яких пов'язана з травмонезбезпечними факторами, а також забезпечення здорових санітарно-гігієнічних умов, заміна старої, зношеної техніки і обладнання на нове, безпечне для життя і здоров'я. робітника, за рахунок чого забезпечиться зниження і (або) ліквідація виробничого травматизму і професійних захворювань.

Охорона праці в галузях харчової промисловості являється дуже актуальною, оскільки передбачає:

1. створення здорових і безпечних умов праці під час технологічних і виробничих процесів і операцій;
2. своєчасне проведення заходів з техніки безпеки, виробничої санітарії, механізації і автоматизації важких, шкідливих і небезпечних робіт;
3. забезпечення нормальних температурно-вологих умов і чистоти повітря у приміщеннях, в яких знаходяться працівники і службовці;
4. страхування людей від нещасних випадків і виробничого травматизму шляхом впровадження безпечного обладнання і покращення виробничих (робочих) умов;
5. забезпечення навчання робітників і інженерно-технічного персоналу безпечним методам праці, проведення систематичного інструктажу і пропагування безпечних прийомів праці;
6. забезпечення робітників необхідним спецодягом і засобами індивідуального захисту;
7. оптимізацію режимів праці і відпочинку, спрямованих на підтримку високої працездатності робітників, досягнення високої продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва.

### **Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів на підприємстві ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів»**

Аналіз технологічної схеми зерноочисного відділення, що реконструюється на підприємстві ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» показує, що при переробці зернових культур у зерноочисному відділенні на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори: [27]

#### *Фізичні фактори:*

- рухомі частини виробничого устаткування, що сприяють переміщенню сировини, виконанню певних операцій з сировиною або приймають участь у роботі обладнання і являються їх механізмами – вузли обладнання, що швидко

обертається – гвинти конвеєрів, дека, обертання дисків на трієрах, робочі колеса вентиляторів зі шкивами, диски луцильної машини, бичовий ротор оббивальних машин, барабани шліфувальних і полірувальних машин;

- вироби і матеріали, що пересуваються – зерно, борошно у пневмотранспорті під дією тиску;

- підвищена запиленість повітря робочої зони (спостерігається при роботі всього технологічного та транспортуючого обладнання в зерноочисному відділенні при обслуговуванні або відсутності надійної герметизації обладнання) - оббивальна машина, каменевідбірник, ваги, циклон-розвантажувач, луцильна машина, фотосепаратор, ситоповітряний сепаратор, шнек.

Гранично допустимі концентрації пилу зернового у повітрі робочої зони зерноочисного відділення регламентується [28,29] і ДСП 173-96 [30] і не повинні перевищувати 4 мг/м<sup>3</sup> (клас безпеки VI).

- підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів - гарячі конструктивні частини вентиляторів, паро-і теплопроводів – повинні бути покриті теплоізоляцією.

- підвищений рівень вібрації і шуму на робочому місці - при роботі обладнання - двигуни, вентилятори аспіраційних установок, вібруючі деталі обладнання, деталі машин, що швидко обертаються – повітряних сепараторів, гвинтового конвеєра, дозаторів, оббивальної машини, компресорів, пневмотранспортерів;

На постійних робочих місцях, у виробничих приміщеннях, в робочих зонах та на території виробництва рівень шуму не повинен перевищувати 85 дБа, а в приміщеннях лабораторії – 80 дБа, згідно з [31], а рівень загальної вібрації – не повинний перевищувати норми, встановлені у ДСП 173-96 [30];

- підвищена рухливість повітря (наявність протягів) швидкість руху повітря не повинна перевищувати більше 0,4 м/с згідно з [28, 29];

- підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини, так як все технологічне та транспортне обладнання зерноочисного відділення підключено до електричної мережі;

- підвищений рівень статичної електрики – ділянки самотічних труб, компресори, пневмотранспорт, сепаратори, електродвигуни, фільтри, машини, обладнання, а також установки, що генерують заряди статичної електрики – забезпечують системами заземлення;

- гострі крайки, задирки і шорсткість на поверхнях обладнання, що виникають при заміні сит, при очистці металомагнітних сепараторів;

- розташування обладнання на висоті відносно підлоги (обслуговування пневмотранспортних і аспіраційних установок, конвеєрів, шлюзових затворів, сепараторів, вертикальних оббивних машин).

*Хімічні:*

- подразнюючі речовини, що можуть проникати до організму людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки – пил зерновий.

*Психофізіологічні фактори:*

- фізичні перевантаження - робоча поза; нахили корпусу; переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), режим роботи;  
- нервово-психічні перевантаження - перенапруга слухового аналізатора.

**Заходи із забезпечення безпечних умов праці при експлуатації технології**

**Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування**

При розміщенні технологічного обладнання на поверххах виконують наступні основні вимоги:

- однотипне обладнання розміщують на одному поверсі;
- забезпечують максимальну освітленість робочих місць;
- дотримуються вимог охорони праці, техніки безпеки і максимально використовують площу на виробництві;
- забезпечують мінімальну кількість транспортних механізмів і комунікацій.

Усе виробниче устаткування встановлене з урахуванням умов його

технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта, НПАОП 15.0-1.01-17 [33].

Передбачено наступні відстані між устаткуванням, а також між обладнанням і стінами виробничих будівель:

- проходи, які пов'язані з виходами в суміжні приміщення, на сходи та між групами машин повинні бути не менше 1,0 м, а між окремими машинами – не менше 0,8 м;

- для підйому на площадки повинні бути вбудовані стаціонарні сходи шириною не менше 0,7 м.

Деяке обладнання (шлюзові затвори), розположення яких на підлозі погіршує умови їх обслуговування, монтують на спеціальних станинах, на висоті від підлоги 0,8...1,2 м.

Дискові трієри розміщують на висоті в два яруси, що дозволяє більш компактно установити обладнання і економно використовувати виробничу площу.

Горизонтальні оббивні машини РЗ-БГО розміщують враховуючи укомплектованість магнітними сепараторами і можливості розміщення на цьому ж поверсі пневмосепаруючих каналів після них, машини інтенсивного зволоження та сепаратори за умовами виймання сита.

Проходи між двома сепараторами, а також між сепараторами і конструктивними елементами будівлі повинні бути:

- для сепараторів з боковою виїмкою решіток: з боку приводного валу – шириною не менше 1,0 м, а з бічних сторін — не менше 1,2 м;

- для сепараторів з возвратно-поступовим рухом решітки з виїмкою решіток з боку приводного валу – шириною не менше 1,0 м, а з бічних сторін – не менше 0,8 м.

Для всіх сепараторів прохід з боку випуску зерна шириною не менше 0,7 м.

Ширина проходів для обслуговування конвеєрів повинна бути не менше 1,0 м між паралельно розташованими конвеєрами.

Самотічні трубопроводи, метеріалопроводи, можуть бути розташовані біля стін і колон (сторонами, які не потребують обслуговування) з розривом не менше

0,25 м.

- стаціонарні площадки для обслуговування пневмотранспортних чи аспіраційних установок передбачають на висоті не нижче 2 м.

З переносних драбин обслуговуються конвеєри, яки знаходяться на висоті, шлюзові затвори, вертикальні оббивні машини та інше.

### **Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря**

Допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні обігриваючих виробничих приміщень в холодний і перехідний період року регламентується [28, 29].

У виробничих приміщеннях, які отоплюються, допускається в холодний і перехідний період року зниження температури повітря поза постійних робочих місць на 10° С.

В холодний і перехідний періоди року в виробничих приміщеннях допускається підвищення швидкості руху повітря до 0,7 м/с на постійних робочих місцях при одночасному підвищенні температури повітря на 2° С.

Відстань від робочих месць, які розміщаються в будівлях, до кабін для обігриву 1—2 працюючих повинно бути не більше 75 м.

Не допускається установлювати нагрівачі, які ускладнюють систематичну очистку від пилу, наприклад, ребристі труби.

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря у робочій зоні [28, 29] передбачені наступні заходи :

- раціональне розміщення устаткування цеху з дотриманням правил розташування обладнання з передбаченням аспірації обладнання від якого виділяється пил з подальшим очищенням пилогазової суміші через циклонні фільтри типу РЦІЕ.

Великогабаритне обладнання встановлюється таким чином, щоб не загороджувати вікна, тобто біля стін або в середині приміщення.

Всі бункери повинні бути обладнані аспірацією чи іншим устаткуванням з тим, щоб при заповненні їх зерном, готовою продукцією чи відходами витісняюче

запилене повітря не потрапляло в виробниче приміщення.

Вміст пилу в повітрі робочої зони не повинний перевищувати установлені гранично допустимої концентрації (пил зерновий -  $4,0 \text{ мг/м}^3$ ) у відповідності з [28, 29] ;

- механізація й автоматизація виробничих процесів. Все технологічне обладнання вмикається та зупиняється дистанційно в зворотному порядку з диспетчерського пункту.

- раціональна вентиляція й опалення. Для підтримання температурних режимів робочої зони на рівні оптимальних та зменшення запиленості повітря на підприємстві використовують опалення та вентиляцію.

У зерноочисному відділенні в якості вентиляції застосовується місцева витяжна вентиляція, що представлена аспірацією, яка служить для видалення пилу у місцях його утворення шляхом відсмоктування запиленого повітря від обладнання, що герметизується. У приміщенні, де розташовані сепаратори слід передбачати приплив зовнішнього повітря для зниження розрядження. Повітря, що видаляється назовні у виробничих приміщеннях повинно бути скомпенсовано припливними пристроями. Приточні системи повинні перешкоджати утворенню вакууму в приміщеннях при дотриманні норм запиленості, температури, вологості та швидкості повітря в робочій зоні.

- герметизація транспортного, технологічного і аспіраційного обладнання, з'єднань деталей продуктопроводів, компресорів. Аспіраційні камери машин повинні бути пилонепроникними, а їх клапани повинні забезпечувати вільне винесення віднесень, без пилення і підсмоктування стороннього повітря. Стики аспіраційних пристроїв, місця з'єднання вступних і вивідних патрубків з машиною повинні мати ущільнюючі прокладки, що виключають пиління і подсор продукту.

Повітроводи пневмотранспортних і аспіраційних установок, самотічний трубопровід не повинні мати пробоїн, тріщин і щілин, що порушують їх герметичність. Герметизація нероз'ємних з'єднань здійснюється зварюванням, паянням, застосуванням спеціальних матеріалів на каучукової основі. Для герметизації роз'ємних з'єднань використовуються безпрокладочні ущільнення і

ущільнення з прокладками.

- раціональний режим праці і відпочинку. На підприємстві передбачені кімнати відпочинку, в яких працівники можуть перебувати під час перерви.

### **Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації**

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації [31, 32] проектом передбачені організаційні і технічні заходи.

Основні організаційні заходи:

- експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних ремонтів. До експлуатації допускається те обладнання, при роботі якого вібрація не перевищує величин, встановлених санітарними нормами. Правильна експлуатація обладнання і своєчасне проведення профілактики попереджує зношення механізмів і деталей, наслідком чого може бути виникнення шуму і вібрації

- розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях – компресорів ЗАФ на 1му поверсі.

- дистанційне керування устаткуванням – керування технологічними процесами на ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» є автоматичним із спеціальної диспетчерської;

- застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації передбачено у зонах з еквівалентним рівнем звуку вище 85 дБа. Захистом від загальної вібрації слугує – чоботи з амортизуючою підошвою і спецодяг, для захисту від шуму робітники використовують беруші і навушники.

- проведення санітарно-профілактичних заходів – проведення медоглядів раз в рік.

Основні технічні заходи:

Зниження загального рівня шуму проводиться технічними засобами, до яких відносяться необхідний догляд за роботою машин (своєчасне змазування віброуючих деталей, відбалансування частин машин, що швидко обертаються) попередження зношенню і своєчасна заміна зношених механізмів, а також

своєчасне проведення технічних оглядів, попереджувальних і загальних ремонтів.

В залежності від характеру шумоутворення (механічного, аеродинамічного, електромагнітного походження) повинні застосовуватися відповідні засоби захисту, звуко- і віброізоляція, звуко- і вібропоглинаючі обладнання, глушники аеродинамічного шуму.

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування. Для ослаблення вібрації і шуму до встановлених норм - компресори, повітрорудувки, вентилятори встановлюються на самостійних шумоізолюючих фундаментах і основах, віброізолюючих від підлоги та інших конструкцій будівлі, а якщо цього недостатньо — в окремих ізольованих приміщеннях. Жорстке кріплення такого обладнання до огорожуючих конструкцій не допускається. Приєднання трубопроводів до вентиляторів і насосів слід виконувати з допомогою (м'якої) вставки.

Зони з рівнем звуку чи еквівалентним рівнем звуку вище 85 дБа повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в тих зонах адміністрація повинна забезпечувати засобами індивідуального захисту згідно з [31].

- звукоізоляція. Для локалізації шуму окремих вузлів і машин застосовують кожухи.

- віброзвукопоглинання. У приміщеннях з інтенсивним шумом (компресорні елеваторів, поверхи на яких розташовані вентилятори і турбоповітрорудувки) дверні пройоми необхідно обладнювати тамбурами і застосовувати двері з більш важким полотном і ущільненням по периметру. Віконні пройоми необхідно закладати склоблоками.

- використання глушників шуму. Для зниження шуму, що виникає від роботи повітрорудувок і вентиляторів повинні застосовуватися глушники аеродинамічного шуму.

### **Забезпечення нормованих показників освітлення**

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене суміщене (природне і штучне) освітлення, оскільки борошномельний завод працює як вдень, так і в нічну зміну.

*Природне освітлення.* Проектом передбачене двобічне бокове освітлення з коефіцієнтом природного освітлення (КПО) 0,5% згідно з [34].

Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи виробничим обладнанням. Для зручності і безпеки обслуговування проектом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

Скляну поверхню світлових проїомів (вікон, ліхтарів і т.п.) слід періодично очищати від бруду в строки, установлені адміністрацією підприємства, але не менше двох разів на рік.

Розбите у вікнах скло необхідно негайно знешкоджувати і замінити на нове.

*Штучне освітлення.* Проектом передбачене робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне освітлення.

Робоче освітлення в зерноочисному відділенні при розряді зорової роботи VII прийнято загальне [34] і представлене газорозрядними лампами низького або високого тиску (люмінісцентні, ДРЛ, металогалогенні, натрієві) з освітленістю 150 лк і лампами розжарення на 100 лк. Зерноочисне відділення за пожежовибухонебезпекою відноситься до категорії В, тому для освітлення передбачені газорозрядні лампи.

Аварійне освітлення запроектовано для продовження роботи у випадку, коли за будь-яких причин перестає працювати робоче освітлення, а небезпечність технологічних процесів вимагає нормального обслуговування (небезпека пожежі або вибуху). Його потужність складає 5 % (тобто 7,5 лк) нормативної робочої освітленості, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Таке освітлення живиться від мережі, яка не залежить від мережі робочого освітлення.

Для підтримки запроектованого освітлення передбачається очищення віконних блоків і світильників.

### **Захист працюючих від ураження електричним струмом**

Заходи і засоби захисту працюючих від ураження електричним струмом починаються з визначення категорії приміщень з електронебезпеки. Категорія і

клас приміщення регламентуються [35].

Зерноочисне відділення борошномельного заводу за електронезбезпекою відноситься до класу ППО.

Захист працюючих від ураження електричним струмом у проєкті здійснюється наступними заходами:

- виконання електродвигунів, пускової і захисної апаратури, електроосвітлювальної арматури і електричних сітей повинно відповідати виду виробництва, категоріям його приміщень і зон з пожежної і вибухової небезпеки і умовам оточуючого середовища.

- в пожежовибухонебезпечних виробничих приміщеннях електропроводки, кабельні лінії і виконання електрообладнання по ступеню захисту оболонок повинні відповідати [36, 37].

- недоступність струмоведучих частин. Принцип недоступності струмоведучих частин забезпечується їх розташуванням на недоступній висоті та заведенням в металеві канали.

- захисне заземлення та захисне відключення. Всі струмопровідні елементи мають подвійну ізоляцію. Все обладнання в 380В має заземлення, опір якого 4 -10 Ом. Крім заземлення обов'язково використовують захисне відключення на випадок короткого замикання.

До частин електроустановок, які потрібно занулювати або заземлювати, належать:

- корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників;
- приводи електричних апаратів;
- металічні каркаси розподільчих щитів-пультів;
- електрообладнання, розташоване на частинах станків, машин і механізмів, що рухається.

При ремонті, наладці, обслуговуванні обладнання застосовується знижена напруга на переносних лампах, яка дорівнює 36 В.

При проведенні ремонтних робіт на повітряних лініях, що забезпечують енергозабезпечення, необхідно відключати напругу і вивішати в кінцевих пунктах

лінії попереджувальні плакати з написом «Не включати – працюють люди!», або «Не включати – робота на лінії» і накласти заземлення у всіх пунктах, з яких в лінію може бути подана напруга.

- застосування блокування обладнання, написів «Обережно, висока напруга», засобів індивідуального захисту, таких як гумові рукавички та гумові килимки.

## **Заходи із пожежовибухонебезпеки**

### **Пожежна безпека**

Зерноочисне відділення борошномельного заводу ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» за пожежовибухонебезпекою відноситься до категорії В, класу – П-П згідно з [35].

Пожежна безпека зерноочисного відділення забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах. Проектом передбачено захист від блискавок – блискавковідвід на висоті 38 м.

- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень. Захист електромережі у виробничих приміщеннях наведен в розділі «Захист працюючих від ураження електричним струмом».

- передбачення наступних типів вогнегасників. Кожне виробниче приміщення забезпечене порошковими вогнегасниками тільки одного типу. В зерноочисному відділенні на 100 м<sup>2</sup> встановлено два переносних вогнегасника із зарядом вогнегасної речовини 8кг. Проектом передбачені два вогнегасники на кожному поверсі, які розташовані на висоті 1,5 м від підлоги, на видному місці при виході з цеху [38].

- передбачення наступних систем пожежогасіння: внутрішня - від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом, що розташований у навісних шафах. Внутрішні пожежні крани ручного пуску встановлені в доступних місцях на міжповерхових площадках сходової клітки, а

також в цеху у місцях найбільшої концентрації пожежонебезпечного устаткування; зовнішня - від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання та для забору води с протипожежної водопровідної мережі, відстань між якими 90 м, відстань гідранта від корпусу 4,5 м.

- передбачення додаткових первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; пожежні відра; совкові лопати; сокири, що розташовані на поверсі на видному місці, біля виходу з цеху [39].

### **Шляхи евакуації**

Проектом передбачені два евакуаційні виходи для робочих та службовців, що здатні забезпечити безпечну та швидку евакуацію людей.

Плани евакуації вивішені на видних місцях біля основного виходу з кожного поверху.

На будівлі виробничого корпусу передбачена пожежна драбина, яка повинна бути встановлена по периметру будівлі не рідше, ніж через 200 м. Двері на шляхах евакуації відкриваються в напрямку переміщення та запираються на внутрішні засувки, які легко відчиняються.

Шляхи евакуації забезпечуються евакуаційним освітленням, а ті шляхи, що не мають природного освітлення, постійно освітлюються при наявності людей.

У проекті передбачене включення світильників евакуаційного освітлення в нічний час. В світильниках евакуаційного освітлення встановлюються тільки лампи розжарювання [34].

## РОЗДІЛ 4

### ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

#### **Вступ**

Борошномельний завод ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» належить до великих промислових підприємств Одеської області. Зосередження на території підприємства агрегатів та установок великої потужності, ймовірність виникнення підвищеної запиленості приміщень, використання у виробництві потенційно небезпечних речовин під час проведення сезонних робіт з фумігації елеваторів, борошномельних цехів, а також зберігання вибухонебезпечних речовин на території підприємства – все це збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій на заводі. Оскільки на данному підприємстві існує ймовірність виникнення ситуації техногенного характеру (пожежі, вибуху, забруднення навколишнього середовища) питання необхідності захисту працівників є досить актуальним і потребує розгляду.

#### **Основна частина**

#### **Розрахунок зони надзвичайної ситуації при вибухах паливоповітряних сумішей (ППС) у відкритому просторі**

При оцінці обстановки, що виникає на об'єкті, де використовуються вибухопожежонебезпечні речовини, важливо розрізняти випадки, коли аварія виникає в приміщенні чи поза приміщенням. Вибухи в приміщеннях приводять до більш тяжких руйнацій тому, що частка участі горючої речовини внаслідок виключення розпорошення, у вибуху значно більша. Також при вибухах у приміщеннях значну небезпеку для людей становить не стільки безпосередній вплив ударної хвилі (УХ), скільки вторинні впливи (уламки, бите скло тощо) при руйнуванні обладнання, котре там знаходиться, та конструкцій об'єкта.

На борошномельному заводі ПАТ ДПЗКУ «Одеський комбінат хлібопродуктів» умовно вибухнула ємність з дизельним паливом масою  $M = 5$  т (одиначне зберігання). Ємність з дизельним паливом розташовується на відстані

$R_{об} = 100$  м від борошномельного цеху. Визначити характер руйнування борошномельного цеху, якщо каркас будівлі – залізобетонний (за даними паспорта на виробничу будівлю борошномельного цеху).

Розрахуємо зони надзвичайної ситуації при вибухах паливоповітряної суміші виконаний згідно методичних вказівок до розділу «Цивільний захист» дипломного проекту [49].

Для оцінки осередку ураження при вибуханні паливо повітряного (ППС) середовища необхідно розрахувати:

1. Визначення радіуса зони детонаційної (бризантної) дії вибуху  $R_1$  за формулою:

$$R_1 = 17,5 \sqrt[3]{M} = 17,5 \sqrt[3]{0,5 * 5} = 23,8 \text{ м}, \quad (4.1)$$

де  $R_1$  – радіус зони детонаційної (бризантної) дії вибуху, м;

$M$  – маса ППС у резервуарі, т. За  $M$  приймається 50 % вмісту резервуара при одиночному збереженні.

2. Радіус зони дії продуктів вибуху (осколків)  $R_2$  об'ємного вибуху розраховуємо за формулою:

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1 = 1,7 \cdot 23,8 = 40,46 \text{ м}, \quad (4.2)$$

де  $R_2$  – радіус зони дії продуктів вибуху (осколків), м;

1. Надмірний тиск  $\Delta P_{\Phi}$  у зоні розльоту продуктів вибуху дорівнює

$$\Delta P_{\Phi} 1300 \cdot \left(\frac{R_1}{R_{об}}\right)^3 + 50 = 1300 \cdot \left(\frac{23,8}{100}\right)^3 + 50 = 67,53 \text{ кПа}, \quad (4.3)$$

де  $\Delta P_{\Phi}$  – надмірний тиск у зоні розльоту продуктів вибуху, кПа;

$R_{об}$  – відстань від центру вибуху до об'єкта, м.

4. Радіус дії  $R_3$  ударної хвилі визначається за залежністю:

$$R_3 = 12 \cdot R_1 = 12 \cdot 23,8 = 285,6 \text{ м}, \quad (4.4)$$

де  $R_3$  – радіус дії ударної хвилі, м;

5. Надмірний тиск  $\Delta P_{yx}$  у зоні дії повітряної ударної хвилі обчислюється за формулою:

$$\Delta P_{yx} = \frac{233}{\sqrt{1+0,41\left(\frac{R_{об}}{R_1}\right)^3 - 1}} = \frac{233}{\sqrt{1+0,41\left(\frac{100}{23,8}\right)^3 - 1}} = 50,65 \text{ кПа}, \quad (4.5)$$

де  $\Delta P_{yx}$  – надмірний тиск у зоні дії повітряної ударної хвилі, кПа.

За таблицею 3.5 [49] можна зробити висновок що ступінь руйнування борошномельного цеху оцінюється як сильний.

Для того, щоб попередити виникнення вибуху палипоповітряної суміші (у даному випадку дизельного палива) необхідно притримуватися правил зберігання горючих речовин на зернопереробному підприємстві.

Облаштування складів рідкого палива, інших нафтопродуктів і легкозаймистих речовин повинне проводитись згідно з НПАОП 15.0-1.01-17 [33], та відповідати ВБН В.2.2-58.1-94 [50] і НАПБ А.01.001-2014 Правил пожежної безпеки в Україні [39].

## РОЗДІЛ 5.

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ

У якості природоохоронних заходів у дипломному проекті передбачене очищення аспіраційних пилових викидів. Пил, що виділяється, уловлюється місцевими відсосами й очищається в батарейному циклоні БЦ і доочищається в рукавному фільтрі ФРІ. Пропонується замінити застарілі фільтри на новий та більш ефективний РЦІЕ (табл. 5.1.)

Таблиця 5.1 – Техніко-економічна характеристика устаткування

Найменування устаткування	Число одиниць	Ціна тис. грн		Габарити		Споживання електроенергії, кВт/год	Чисельність* обслуговуючого персоналу, чол.	
		За одиницю	З вр. кіл-сті	Довжина, м	Ширина, м		На од. обл.	З ур. змін.
Фільтр рукавний РЦІЕ	1	72,0	72,0	4,8	4,1	2,2		
Разом	-	-	72,0	-	-	2,2	-	-

\* - устаткування працює в автоматичному режимі й потребує періодичного огляду, який входить в основні посадові обов'язки чергового слюсаря.

Економічний ефект даного проекту обумовлений зниженням плати за викиди пилу й можливістю використання вловленого пилу.

#### 5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Оскільки впровадження природоохоронного заходу припускає необхідність виконання будівельно-монтажних робіт, то розрахунки необхідного розміру капітальних вкладень (**КВ**) визначаємо по формулі:

$$KB=VMp+Okv+Pr \quad (5.1)$$

де **VMp** - вартість будівельно-монтажних робіт;

**Okv** - капітальні вкладення по устаткуванню;

**Pr** - інші витрати (проектно-дослідницькі роботи, роботи з нагляду й ін. - визначають як 5% від (**CMp** + **Okv**)).

Вартість будівельно-монтажних робіт (**VMp**) розраховують на основі загальноприйнятого методу, заснованого на розмірі системи очищення площею (**Пл**), вартості одного квадратного метра площі будівлі (**Вм**) і коригувального коефіцієнта (**Кк**) по формулі:

$$VMp = Pl * Vm * Kk \quad (5.2)$$

**Пл** = **По**, де **По** – площа зайнята устаткуванням, м<sup>2</sup>.

$$Po = (Do + 1,4) * (Sho + 1) \quad (5.3)$$

У нашому випадку значення **Пл** визначаємо на основі довжини й ширини ділянки цеху, що зайнята устаткуванням. Оскільки очисне спорудження встановлюється в будівлі, що реконструюється висотою 6 м, то **Кк** ухвалюють рівним 0,7. Вартість будівельно-монтажних робіт складає

$$VMp = 32 * (525 * 44) * 0,7 = 52 \text{ тис.грн}$$

До складу капітальних вкладень по встаткуванню (**Okv**) включаємо витрати на придбання встаткування і його монтаж, транспортно-складські витрати, та інші витрати, безпосередньо пов'язані зі здійсненням заходи.

$$Okv = C + Tr + Mn + Pr, \quad (5.4)$$

де **Ц** - ціна придбання нового обладнання (контрактна ціна). У вартість

устаткування входить ціна всіх необхідних комплектуючих, включаючи запірні арматури, пусканалагоджувальні роботи й відрахування патентовласникам.

**Тр** - транспортно-складські витрати - 5% від ціни придбання;

**Мн** - вартість монтажних робіт, визначають по укрупненому нормативі в розмірі 10% від ціни придбання устаткування;

**Пр** - інші витрати, безпосередньо пов'язані зі здійсненням заходи, визначають як 2% від ціни придбання нового засобу праці.

$$\mathbf{Ц} = 72 \text{ тис. грн.};$$

Транспортно-складські витрати - 5% від ціни придбання

$$\mathbf{Тр} = 72 * 0,05 = 3,6 \text{ тис. грн}$$

Вартість монтажних робіт, визначаємо по укрупненому нормативу в розмірі 10% від ціни придбання устаткування;

$$\mathbf{Мн} = 72 * 0,1 = 7,2 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати, безпосередньо пов'язані зі здійсненням заходу, визначаємо як 2% від ціни придбання нового засобу праці.

$$\mathbf{Пр} = 72 * 0,02 = 1,4 \text{ тис. грн}$$

Капітальні вкладення по устаткуванню складуть

$$\mathbf{Окв} = 72 + 3,6 + 7,2 + 1,4 = 84,2 \text{ тис. грн.}$$

Капітальні вкладення складуть:

$$\mathbf{Пр} = (52 + 84,2) * 0,05 = 6,8 \text{ тис. грн}$$

$$\mathbf{КВ} = 52 + 84,2 + 6,8 = 143 \text{ тис. грн}$$

## **5.2 Розрахунки поточних витрат по утриманню, ремонту й експлуатації очисних систем**

Нормативно-довідкова інформація, використана для виконання розрахунків

наведена в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахункова нормативно-довідкова інформація

Показники	Позначення	Значення
Норматив вартості одного квадратного метра виробничої площі, грн	См	23 100
Норма амортизації вартості будівлі (3 група ОВФ), %	НАб	5,0
Норма витрат на ремонтні роботи виробничої будівлі, %	НРб	2,0
Норма витрат по утримуванню й експлуатації виробничої будівлі, %	Нсб	0,7
Норма амортизації устаткування (4 група),%	НАо	20,0
Норма витрат на ремонтні роботи з устаткування, %	НРо	5,4
Норма витрат по утриманню й експлуатації устаткування, %	Нсо	1,8
Річний фонд робочого часу встаткування, год (365-104-10-30)*3*8	Фр	5304
Коефіцієнт використання інженерного ресурсу	Кір	0,8
Вартість одного кВт*год електроенергії, грн	Ве	1,48
Річний фонд робочого часу встаткування, год (365-104-10-30)*3*8	Фр	5304
Вартість уловленого борошна, грн/кг (середня за вартістю сортів)	Вб	22,5
Вартість кормового борошна, грн/кг	Вк	3,2

До числа поточних витрат по устаткуванню відносять:

- амортизацію частини будівлі, що займає устаткування (**Аб**);
- витрати на ремонтні роботи частини будівлі, що займає устаткування (**Рб**);
- витрати по утриманню й експлуатації частини виробничого будівлі, що займає встаткування (**Веб**);
- амортизацію устаткування (**Ао**);
- витрати на ремонтні роботи по устаткуванню (**Ро**);

- витрати по утриманню й експлуатації устаткування (**Вео**);
  - витрати по електроенергії, що спожита устаткуванням (**Пе**);
  - основна й додаткова заробітна плата робітників, що обслуговують устаткування (**Зод**);
  - відрахування в соціальні фонди (**Всф**);
- Таким чином, загальні витрати, пов'язані з експлуатацією устаткування (**Вео**).

$$\mathbf{Вео = Аб + Рб + С_{еб} + Ао + Ро + В_{ео} + П_{е} + Зод + Всф} \quad (5.5)$$

Амортизація частини будівлі, що займає встаткування (**Аб**), витрати на ремонтні роботи в галузі будівлі, що займає встаткування (**Рб**), і витрати по змісту й експлуатації виробничого будівлі, що займає встаткування (**Себ**) розраховують на основі балансової вартості будівлі, зайнятий устаткуванням, і відповідних нормативів для борошномельних підприємств.

Балансова вартість будівлі (**БВчб**) дорівнює:

$$\mathbf{БВчб = ВМр = 52 \text{ тис.грн}}$$

На основі повної балансової вартості, проводимо відповідні розрахунки:

Амортизацію частини будівлі визначаємо по формулі

$$\mathbf{Аз = БВчб * НАб}, \quad (5.6)$$

де **НАб** - норма амортизації вартості будівлі ( 1-я група) - 5,0 %.

$$\mathbf{Аб = 52 * 0,05 = 2,6 \text{ тис.грн}}$$

Витрати на ремонтні роботи з будівлі, розраховують по формулі

$$\mathbf{Рб = БВчб * НРб}, \quad (5.7)$$

де **НРб** - норма витрат на ремонтні роботи з виробничого будівлі

$$\mathbf{Рз = 52 * 0,02 = 1,0 \text{ тис.грн}}$$

Витрати по утриманню й експлуатації частини будівлі

$$В_{\text{еб}} = БВ_{\text{чб}} \times Н_{\text{сб}} \quad (5.8)$$

де  $Н_{\text{сб}}$  - норма витрат по утриманню й експлуатації будівлі

$$С_{\text{еб}} = 52 \times 0,007 = 0,4 \text{ тис.грн}$$

Амортизацію устаткування розраховують по формулі

$$А_{\text{о}} = О_{\text{кв}} \times Н_{\text{ао}} \quad (5.9)$$

де  $Н_{\text{ао}}$  - норма амортизації устаткування - 0,20.

$$А_{\text{о}} = 84,2 \times 0,20 = 16,8 \text{ тис.грн}$$

Витрати на ремонтні роботи з устаткування визначають по формулі

$$Р_{\text{о}} = О_{\text{кв}} \times Н_{\text{рo}} \quad (5.10)$$

де  $Н_{\text{рo}}$  - норма витрат на ремонтні роботи з устаткування

$$Р_{\text{о}} = 84,2 \times 0,054 = 4,6 \text{ тис.грн}$$

Витрати по змісту й експлуатації встаткування

$$С_{\text{еo}} = О_{\text{кв}} \times Н_{\text{сo}} \quad (5.11)$$

де  $Н_{\text{сo}}$  - норма витрат по змісту й експлуатації

$$С_{\text{еo}} = 84,2 \times 0,018 = 1,5 \text{ тис.грн}$$

Витрати по електроенергії споживаній устаткуванням

$$П_{\text{e}} = Н_{\text{п}} \times В_{\text{e}}, \quad (5.12)$$

де  $Н_{\text{п}}$  - норма споживання ресурсу за рік. Це розрахункове значення. Його визначають по формулі:

$$Н_{\text{п}} = С_{\text{г}} \times \Phi_{\text{р}} \times К_{\text{ір}}, \quad (5.13)$$

де  $С_{\text{г}}$  - годинне споживання ресурсу (дані беруть із паспорта впровадженого устаткування),

$\Phi_p$  - річний фонд робочого часу в год,

$K_{ip}$  - коефіцієнт використання ресурсу протягом року, дорівнює - 0,8;

$Be$  - собівартість одиниці ресурсу, грн.

Тариф на електроенергію для бізнесу в Одеській області складає 686,23 (вартість е/е)+ 469,87 (послуги розподілу)+20% ПДВ = 1387,32 грн за 1 МВт\*год [53].

Норма споживання електроенергії

$$N_{п} = 2,2 * 5304 * 0,8 = 9335 \text{ кВт/рік}$$

$$P_e = 9335 * 1,38732 = 13,0 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 5.3 – Зведення поточних витрат з ремонту, утримання й експлуатації устаткування за рік

Найменування витрат	Значення, тис.грн
Амортизація будівлі	2,6
Витрати на ремонтні роботи по будівлі	1,0
Витрати по утриманню й експлуатації будівлі	0,4
Амортизація устаткування	16,8
Витрати з ремонту устаткування	4,6
Витрати по утриманню й експлуатації устаткування	1,5
Витрати по електроенергії	13
РАЗОМ	39,9

### 5.3 Розрахунок економічного ефекту від реалізації проекту

Розрахунок економічної ефективності впровадження очисного устаткування розраховуємо як різницю витрат на утримання й експлуатацію й економії сировини за рахунок повернення у виробництво затриманої сировини.

Кількість сировини, повернутої у виробництво розраховуємо виходячи з кількості кормового борошна, що переробляється підприємством за рік, кількості втрат і ефективності роботи очисного устаткування, які відповідно становлять -  $7580 * 221 / 1000 = 1675$  т;  $1675 * 0,01 = 16,75$  т;  $16,75 * 0,85 = 14,24$  – пил, уловлений циклонами,  $16,75 - 14,24 = 2,31$  т – пил, уловлений фільтрами. Враховуємо, що

кількість необхідних ліній очищення складає 4. Тоді на одну лінію припадає  $14,24/4=3,56$  т борошна та  $2,31/4=0,58$  кормового пилу.

Загальна вартість уловленого продукту становить

$$3,56 * 22,5 + 0,58 * 3,2 = 82 \text{ тис. грн.}$$

Економічний ефект становить

$$E^{\text{п}}_{\text{рік}} = 82 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток

$$П = 82 - 39,9 = 42,1 \text{ тис. грн}$$

Чистий прибуток

$$ЧП = 42,1 * 0,82 = 34,5 \text{ тис. грн}$$

Розрахуємо строк окупності екологічного заходу

$$T = KB / (ЧП + A) = 143 / (34,5 + 2,6 + 16,8) = 2,7 \text{ року} \quad (5.14)$$

Основні показники економічної ефективності природоохоронного заходу зведемо в таблицю.

Таблиця 5.4 – Економічні показники природоохоронного заходу

Показники	Значення, тис. грн
Продукція природоохоронного заходу: додатково затримане борошно харчове та кормове	4,14 тонн
Дохід	82
Поточні витрати	39,9
Прибуток	42,1
Чистий прибуток	34,5
Сума капітальних вкладень у природоохоронний захід	143
Термін експлуатації обладнання природоохоронного заходу	5 років
Строк окупності інвестицій	2,7 року

**Висновок:** проведення природоохоронного заходу окупається за 2,7 року, тобто є економічно ефективним. У розрахунках не враховується непрямий економічний ефект від зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище й зменшення захворюваності працівників підприємства, а також зниження ризику виникнення вибухонебезпечної ситуації.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У ході виконання кваліфікаційної роботи був проаналізований негативний вплив на довкілля та запропоновано заходи підвищення екологічної безпеки зернопереробного підприємства Філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів".

Встановлено наступне:

### 1. Вплив виробничих процесів на довкілля та здоров'я

Виробничий цикл комбінату (приймання, очищення, розмелювання зерна) створює комплексне навантаження на навколишнє середовище:

- **Атмосферне повітря:** Експлуатується 68 джерел викидів із загальним обсягом емісії **58,364 т/рік**. Головну загрозу становить зерновий та борошняний пил. Допоміжні цехи, транспорт і котельня додатково викидають CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> та сажу.

- **Здоров'я населення та персоналу:** Ризик пов'язаний із хронічним вдиханням пилу 3–4 класів токсичності. Також наявні високотоксичні речовини 2-го класу (марганець, стирол) та виробничий шум. Проте санітарно-захисна зона (максимум 128 м) витримана, оскільки житло розташоване за 160 м від підприємства.

- **Утворення відходів:** При трисортному помелі фіксується перевищення норми утворення відходів на +5,3% через високу засміченість сировини. На КХП утворюються небезпечні відходи: ртутні лампи (1 клас, 480 шт/рік), акумулятори (2 клас, 0,2 т/рік) та відпрацьовані мастила (3 клас).

- **Кліматичні фактори:** Емісія парникових газів (CO<sub>2</sub>) зумовлена високим споживанням електроенергії (понад 3,5 млн кВт·год/рік) та спалюванням палива котельнею і транспортом.

- **Природні ресурси:** Пряме вилучення нових земель чи зміна ландшафту відсутні. Прямий вплив на флору, фауну та відкриті водойми мінімальний.

### 2. Впроваджені та заплановані природоохоронні заходи

Для компенсації техногенного впливу на підприємстві пропонуються до впровадження технологічні рішення, спрямовані на декарбонізацію та раціональне природокористування:

- **Очищення повітря:** Використовуються аспіраційні мережі, тканинні рукавні фільтри та фільтр-циклони РЦІ з ефективністю 98–99%. Застосовується полив проїздів для пригнічення пилу.

- **Вибухозахист за стандартами АТЕХ:** Оскільки дрібнодисперсний пил вибухонебезпечний, впроваджено трирівневий захист. Системи (HRD, клапани V-FLAP I, пристрої FLEX) спрацьовують уже при 10% від нижнього порогу вибуховості.

- **Охорона водних ресурсів:** Впроваджено замкнутий контур оборотного водопостачання обсягом до 496,617 тис. м<sup>3</sup>/рік для охолодження обладнання. Більша частина свіжої води (34,957 тис. м<sup>3</sup>/рік) безповоротно поглинається зерном, що виключає утворення технологічних стоків. Господарсько-побутовий скид (9,042 тис. м<sup>3</sup>/рік) суворо контролюється.

- **Циркулярна економіка:** Небезпечні відходи збираються окремо на захищених майданчиках і передаються ліцензіатам. Побічні продукти переробки (1691 т/рік кормових відходів) повністю реалізуються агропідприємствам, приносячи понад 458 тис. грн/рік доходу.

- **Енергоефективність:** Заміна застарілого освітлення на LED-лампи зекономить 21 328 кВт·год/рік. Вакуумна геліосистема забезпечить підігрів води та економить 21 063 кВт·год/рік. Переведення автотранспорту на пропан-бутан/метан знизить викиди сажі до нуля, а CO та NO<sub>2</sub> на 40–50%.

#### **Загальний висновок**

Одеський КХП є промисловим об'єктом із відчутним локальним пиловим навантаженням. Завдяки замкнутим циклам водопостачання, 99%-му очищенню повітря, впровадженню сучасної системи вибухозахисту АТЕХ, переробці відходів у комбікорми та впровадженню відновлюваних джерел енергії (геліосистеми), комбінат має змогу успішно мінімізувати екологічні ризики для міста й забезпечити суттєвий позитивний соціально-економічний ефект.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державна продовольчо-зернова корпорація України – ДПЗКУ. *Державна продовольчо-зернова корпорація України – ДПЗКУ*. URL: <https://www.pzcu.gov.ua/> (дата звернення: 01.04.2026).
2. Філія акціонерного товариства "Державна продовольчо-зернова корпорація України" "Одеський комбінат хлібопродуктів". *YouControl — сервіс перевірки контрагентів*. URL: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/39066760/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/39066760/) (дата звернення: 01.04.2026).
3. ДСТУ EN 1127-1:2014 Вибухонебезпечне середовище. Запобігання вибухам та захист від вибухів. Частина 1. Основні концепції та методологія (EN 1127-1:2011, IDT). *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=67578](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67578) (дата звернення: 11.04.2026).
4. Одеський комбінат хлібопродуктів – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеський\\_комбінат\\_хлібопродуктів](https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеський_комбінат_хлібопродуктів) (дата звернення: 11.04.2026).
5. Мерко, І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закл., що навчаються за спец. «Технологія зберігання та переробки зерна» / Мерко Іван Тимофійович. - Вид. 2-ге, перероб. та допов. - Одеса : Друк. дім, 2010. - 472 с.
6. Соц, С. М. Системи технологій у вирішенні проблеми ефективного зберігання та переробки зерна / С. М. Соц // Зернові продукти і комбікорми. – 2015. – № 3. – С. 4–5.
7. Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми [Електронний ресурс] : кол. монографія / за заг. ред. Е. Б. Алієва ; Дніпров. держ. аграр.-екон. ун-т. — Дніпро : Ліра, 2022. —

192 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/items/cb0a090a-8d4c-442e-8d9c-9516cec5bb2b>  
(дата звернення: 11.04.2026).

8. Інтенсифікація холодного методу водо-теплової обробки та комплексне підвищення ефективності підготовки зерна при сортових хлібопекарських помелах пшениці / О. П. Верещинський, О. В. Шевченко // Зернові продукти і комбікорми : наук.-виробн. журн. — 2013. — № 2 (50). — С. 6-8

9. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 23.03.2026)

10. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 12.03.2026)

11. Закон України «Про управління відходами» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#n802> (дата звернення 21.03.2026)

12. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення 12.03.2026)

13. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 26.03.2026).

14. ДСанПІН 145-11 «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць»: затв. Наказом МОЗ від 17.03.2011 р. за № 145, зареєстр. в Мінюсті 05.04.2011 р. за № 457/19195.

15. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць. ДСанПіН 2.2.5.1313-03

16. Перелік забруднюючих речовин, нормованих у викидах в атмосферу — Наказ Міндовкілля № 309 від 27.06.2006

17. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-ХІІ

18. ДБН Б.2.2-12:2018 “Планування і забудова міських і сільських поселень”;
19. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України №109 від 07.07.2011р. "Про затвердження порядку надання містобудівних умов та обмежень забудови земельної ділянки, їх склад та зміст"
20. Європейські екологічні стандарти "EURO-1...EURO-6", адаптовані в Україні. Постанова КМУ № 717 від 09.06.2021
21. ДК 005-96. Державний класифікатор відходів. – Київ: Держстандарт України,1996.
22. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Наказ МОЗ України № 184 від 13.04.07.
23. Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами", УкрНЦТЕ, 1999 р.
24. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, у 3-х томах: погодж. Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (лист від 8.11.2004 №10990/20/1-20).
25. Методика визначення «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. ГКД 34.02.305-2002. Київ. 2002.
26. Порядок розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у системи централізованого водовідведення URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/364-2024-%D0%BF#n10> (дата зверення 21.05.2024)
27. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text> (дата звернення: 01.05.2026).

28. Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць. *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030282-00#Text> (дата звернення: 01.05.2026).

29. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України.*

URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=40230](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=40230) (дата звернення: 04.05.2026).

30. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 04.05.2026).

31. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».

32. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».

33. НПАОП 15.0-1.01-17 Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1288-17#Text> (дата звернення: 01.04.2026).

34. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" №ДБН В.2.5-28-2018. *Портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва.* URL: [https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3074958732556240833?doc\\_type=2](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2) (дата звернення: 11.05.2026).

35. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=65419](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419) (дата звернення: 03.05.2026).

36. Про затвердження "Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (ДНАОП 0.00-1.32-01). *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text> (дата звернення: 04.05.2026).

37. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=72758](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758) (дата звернення: 04.05.2026).

38. ДСТУ 4297:2004 Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=104675](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104675) (дата звернення: 04.05.2026).

39. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60541) (дата звернення: 01.06.2026).

40. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII

41. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI

42. Наказ МОН та МОЗ № 563/836 від 01.08.2001 «Типове положення про службу охорони праці»

43. ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною праці»

44. Кодекс цивільного захисту України (від 02.10.2012 № 5403-VI)

45. ДБН В.1.1-7:2021 «Пожежна безпека об'єктів»

46. ДСТУ ISO 23601:2012 «План евакуації при пожежі»
47. Наказ МВС № 879 від 10.07.2017 «Про затвердження Інструкції з організації евакуації людей із будівель у разі пожежі»
48. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах для спеціальностей 7.091707, 7.091709, 7.070801 Укл. О.А. Нетребський, І.А. Дюдіна, З.М. Сахарова. - Одеса: ОНАХТ, 2007. - 18 с.
49. Методичні вказівки до виконання розділу «Цивільний захист» в дипломних проектах студентів усіх напрямів підготовки денної та заочної форм навчання / Автори О. А. Нетребський, І. А. Дюдіна, З. М. Сахарова. – Одеса: ОНАХТ, 2012. – 34 с.
50. ВБН В.2.2-58.1-94\* Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насиченої пари не вище 93,3 кПа. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України.* URL: [https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=4920](https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=4920) (дата звернення: 17.05.2026).
51. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр спеціальностей 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» усіх форм навчання / Укладач: Лобоцька Л.Л. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – 26 с.
52. Середні ціни в Україні: Борошно пшеничне. *Ставки, індекси, тарифи.* URL: [https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/wheat\\_flour/](https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/wheat_flour/)
53. Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії, що діють з 01 травня 2026 року. *Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг.* URL: <https://digest.od.ua/2025/taryf-na-elektroenergiyu-v-odesi-u-sichni-2026-skilky-treba-platyty/> + <https://www.nerc.gov.ua/sferi-diyalnosti/elektroenergiya/promislovist/tarifi-na-elektroenergiyu-dlya-nepobutovih-spozhivachiv/tarifi-na-poslugi-z-rozpodilu-elektrichnoyi-energiyi/taryfy-na-posluhy-z-rozpodilu-elektrychnoi-enerhii-shcho-diiut-z-01-travnia-2026-roku> (дата звернення: 12.05.2026).