

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

***Розробка проєкту будівництва міні-елеватора  
місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровській обл.***

Здобувача

Вакульчука Р.М.

(прізвище, ініціали)

Керівник

ст.викл. Соколовська О.Г.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

проф. Басюркіна Н.Й.

доц. Штепа Є.П.

доц. Гончарук Г.А.

(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 8 червня 2026 р. протокол № 8

Завідувачка кафедри

ТЗіК

(назва кафедри)

(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

**Одеський національний технологічний університет**

Інститут Навчально-науковий інститут зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу  
ім. К.А. Богомаза

Кафедра Технології зерна і комбікормів

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання і переробки зерна»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувачка кафедри ТЗіК**

Алла МАКАРИНСЬКА

« 01 » 12 2025 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Вакульчука Руслана Миколайовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис.т в Дніпропетровській обл.»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від «01» 12 2025 року № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані роботи загальний об'єм приймання зерна 7000 т:раніх 5600 (2800 т пшениця та 2800 т ячмінь); пізніх 1400 (кукурудза 1400 т). Кількість вологого зерна: для ранніх культур:  $\alpha_0 = 0,5$ ;  $\alpha_1 = 0,5$ , для пізніх культур:  $\alpha_0 = 0,5$ ;  $\alpha_1 = 0,5$ , Період заготівель ранніх культур 30 діб, період заготівель пізніх культур 40 діб; Загальний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 7000 т/рік. Число місяців відпускання зерна на а/т – 4 міс.; Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць – 16діб.; Тривалість відпускання зерна на а/т за добу – 16 год

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Анотація. Вступ. Стан проблеми і перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Енергозабезпечення та енергозбереження. Аспірація елеватора. Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

Всього – 7 аркушів формату А1, у тому числі: плани (2 арк) і розрізи (2 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); зведений графік роботи міні-елеватора у I зміну (1 арк.) генеральний план (1 арк.).

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стан проблеми і перспективи її вирішення. Технологічна частина. Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина	<i>ст.викл. Соколовська О.Г</i>		
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>проф. Басюркіна Н.Й.</i>		
Енергозабезпечення та енергозбереження	<i>доц. Штепа Є.П.</i>		
Аспірація елеватора	<i>доц. Гончарук Г.А.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Соколовська О.Г

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

(підпис)

Вакульчук Р.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>18.03-22.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>23.03-25.03</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>26.03-06.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>07.04-23.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>24.04-26.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>27.04-28.04</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>29.04-01.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>02.05-06.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>07.05-09.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>10.05-12.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>13.05-15.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>16.05-20.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>21.05-24.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>25.05-27.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05-3.06</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>3.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06.2026</i>	

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)

Вакульчук Р.М.

(прізвище, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Соколовська О.Г.

(прізвище, ініціали)

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 \_\_\_\_\_

(підпис)

Вакульчук Р.М.

(прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровській області» викладена на 154 сторінках, містить 24 таблиць, 25 рисунків, 54 джерел літератури.

У роботі обґрунтовано доцільність будівництва міні-елеватора в Дніпропетровській області на основі аналізу сучасного стану зернового ринку регіону, обсягів виробництва зернових культур, логістичних потреб агровиробників та дефіциту потужностей для зберігання і доробки зерна. Прийняте рішення базується на техніко-економічному аналізі функціонування існуючих елеваторних потужностей і перспектив розвитку аграрного сектору регіону.

У роботі проведено розрахунок та вибір основного обладнання, спроектовано схему руху зерна та відходів (РСРЗіВ), визначено параметри робочої башти, приймально-відпускних пристроїв та обсяги зерносховищ. Розроблено систему управління роботою елеватора.

Розраховано потужність трансформаторної підстанції, підібрано кабельні мережі та запропоновано заходи з енергозбереження для оптимізації витрат електроенергії.

Спроектовано системи пиловловлювання для норій, конвеєрів та скальператора, що забезпечує відповідність екологічним нормам та правилам вибухобезпеки.

Наведено характеристику генплану та нових споруд, а також розроблено заходи з охорони праці та пожежної безпеки.

Окрему увагу приділено темі «Характеристика зернового сектору Дніпропетровської області». У ході дослідження проаналізовано структуру посівних площ, динаміку врожайності основних культур (пшениці, кукурудзи, соняшнику) та поточний стан елеваторних потужностей області.

Визначено загальний обсяг капітальних вкладень, термін окупності яких відповідає галузевим стандартам для малих елеваторів. Розрахований рівень

рентабельності інвестицій підтверджує доцільність реалізації проєкту в сучасних ринкових умовах

Актуальність роботи зумовлена необхідністю розвитку інфраструктури зернового ринку, підвищення якості зберігання продукції та забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств.

Практичне значення: Проєкт дозволяє забезпечити зернові господарства Дніпропетровської області потужностями для якісного зберігання зерна, що сприятиме стабілізації цін на ринку та зменшенню втрат врожаю.

Ключові слова: міні-елеватор, зберігання зерна, зерносушарка, технологічний процес, транспортне обладнання, аспірація, енергозабезпечення, економічна ефективність, інвестиції, охорона праці.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>	9
<b>Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення.</b>	11
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.	11
1.2 Характеристика об'єкту	16
1.3 Мета і завдання проєкту.	16
<b>Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування</b>	18
<b>Розділ 3 Технологічна частина</b>	25
Основні розрахункові положення	25
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання	25
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.	26
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.	26
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу	29
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	31
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	36
3.2 Обробка і зберігання відходів	38
3.3 Проєктування зерносховищ	41
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані	41
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП	43
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	46
3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	46
3.8 Система управління роботою елеватора	49
<b>Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження</b>	64
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.	64

4.2	Розрахування активної потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії . . . . .	64
4.3	Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності . . . . .	65
4.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності . . . . .	67
4.5	Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів . . . . .	69
4.6	Вибір перерізу жил і марку кабелю . . . . .	71
4.7	Річна витрата електроенергії та її вартість . . . . .	72
<b>Розділ 5 Аспірація елеватора . . . . .</b>		<b>74</b>
5.1	Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів . . . . .	74
5.2	Основні принципи компоновки аспіраційних мереж . . . . .	75
5.3	Особливості проектування аспіраційних установок на елеваторах . . . . .	77
5.4	Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж . . . . .	65
5.5	Режим очищення. . . . .	67
5.6	Аспірація норій НЦК-50 №1 та №2 продуктивністю 50 т/год. . . . .	67
5.7	Аспірація стрічкових конвеєрів №№1...8 марки КСЛ продуктивністю 50 т/год . . . . .	68
5.8	Розрахунок скальператора А1-БЗО-50 . . . . .	70
<b>Розділ 6 Характеристика будівельних споруд . . . . .</b>		<b>88</b>
6.1	Опис генплану . . . . .	88
6.2	Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору . . . . .	92
<b>Розділ 7 Охорона праці . . . . .</b>		<b>98</b>
7.1	Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ) . . . . .	98
7.2	Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ . . . . .	99
7.3	Заходи щодо пожежної безпеки . . . . .	100
7.4	Дії на елеваторах під час повітряної тривоги. . . . .	101

<b>Розділ 8 Науково-дослідна частина</b> .....	104
8.1 Стан питання .....	105
8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів .....	116
8.3 Результати досліджень .....	118
<b>Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки (ТЕР)</b> .....	132
9.1 Розрахунок чисельності працюючих .....	132
9.2 Розрахунок виробничої програми .....	133
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства .....	134
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік. ....	138
9.5 Розрахунок прибутку. ....	139
9.6 Розрахунок інвестицій .....	141
9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій .....	142
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій .....	142
9.9 Основні техніко-економічні показники проекту .....	142
<b>Висновки</b> .....	145
<b>Список літератури</b> .....	148

## ВСТУП

Зернова галузь України є стратегічним фундаментом національної економіки, забезпечуючи продовольчу безпеку та лідерство на світових ринках. Проте ефективність виробництва зерна залежить не лише від врожайності, а й від наявності розвиненої інфраструктури для його доробки, сушіння та зберігання. Сучасний етап розвитку агропромислового комплексу характеризується поступовим відходом від централізованої системи зберігання на користь децентралізації та розвитку локальних потужностей.

У цьому контексті особливого значення набувають міні-елеватори. Якщо великі лінійні та портові термінали орієнтовані на експортні потоки та роботу з великими трейдерами, то міні-елеватори (місткістю від 5 до 10 тис. т) стають ключовою ланкою для середніх та малих фермерських господарств.

Перевага таких об'єктів полягає у їхній гнучкості та автономності. Міні-елеватор дозволяє виробнику:

- Зменшення ризиків: Фермер перестає залежати від диктату цін великих елеваторів у піковий період збирання врожаю, отримуючи можливість продавати зерно тоді, коли ціна на ринку є максимально вигідною.
- Оптимізувати логістику: Розташування сховища безпосередньо в місцях виробництва (так звані «елеватори біля поля») критично скорочує витрати на транспортування та паливо, що суттєво знижує собівартість кінцевої продукції.
- Підвищити якість продукції: Можливість оперативного очищення та сушіння зерна одразу після збирання запобігає втратам від самозігрівання та псування, що часто трапляється при тривалому очікуванні в чергах на великі приймальні пункти.
- Економічна мобільність: Міні-елеватори швидше окупаються за рахунок менших капітальних вкладень та нижчих експлуатаційних витрат на одиницю потужності порівняно з гігантами галузі.

Вибір Дніпропетровської області як майданчика для будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т обумовлений її статусом одного з головних зерновиробників України. Регіон має унікальне географічне розташування, що поєднує розвинені аграрні зони із потужними залізничними та автомобільними транспортними вузлами.

Аналіз зернового сектору області показує, що попри значні валові збори зернових культур, дефіцит сучасних технологічних ємностей для зберігання залишається гострим питанням. Багато існуючих складів є застарілими та енергоємними, що призводить до великих втрат енергії та погіршення якості зерна. Будівництво нового, компактного, але високотехнологічного міні-елеватора в Дніпропетровській області дозволить створити ефективний логістичний вузол, який задовольнить потреби місцевих агровиробників у якісній післязбиральній обробці сировини та зміцнить їхні позиції на ринку.

Таким чином, розробка проєкту міні-елеватора є відповіддю на сучасні виклики аграрного бізнесу, спрямованою на підвищення технологічної незалежності та прибутковості зернового господарства.

## Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

### 1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Елеваторна галузь є критичною інфраструктурною ланкою агропромислового комплексу (АПК) України, виконуючи ключові функції доробки (очищення, сушіння), зберігання та логістики зернових і олійних культур. Її стабільне функціонування є запорукою не лише продовольчої безпеки держави, але й основою її експортного потенціалу, що формує значну частину ВВП [1-3].

Однак на сьогодні галузь перебуває у стані глибокої кризи, спричиненої як системними проблемами, що накопичувалися роками, так і безпрецедентними викликами, пов'язаними з повномасштабною воєнною агресією [1, 4]. Вирішення цих проблем вимагає не простого відновлення, а докорінної науково-обґрунтованої трансформації на основі новітніх інженерних, логістичних та управлінських рішень.

#### 1.1.1 Стан проблеми: Комплексний аналіз факторів кризи

Проблематику елеваторної галузі слід аналізувати у двох площинах: системні недоліки та гострі виклики.

Гострі проблеми, спричинені воєнним станом

Війна стала каталізатором кризи, оголивши та багаторазово посиливши всі існуючі слабкі місця.

Фізичне руйнування та пошкодження інфраструктури:

Прямі влучання ракет та артилерії призвели до повного або часткового знищення десятків елеваторних комплексів, особливо у прифронтових (Харківська, Донецька) та південних (Херсонська, Миколаївська, Одеська) областях.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровські обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					11	7
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Це призвело до прямої втрати мільйонів тонн ємностей для зберігання, що підтверджується оцінками профільних асоціацій та урядових структур [2, 5, 6].

Блокада та порушення логістичних ланцюгів:

Морська блокада: Традиційна модель логістики "поле → лінійний елеватор → портовий елеватор → корабель" була зруйнована. Блокада чорноморських портів (Одеса, Чорноморськ, Південний) призвела до колапсу експорту [1].

Переорієнтація на західні кордони: Спроби переорієнтувати потоки на залізничні та автомобільні переходи до ЄС ("Шляхи Солідарності") зіткнулися з низкою науково-технічних проблем:

Різниця колій: Необхідність перевалки з колії 1520 мм на 1435 мм є "вузьким місцем", що вимагає спеціалізованих перевалочних терміналів, яких катастрофічно не вистачає [7].

Пропускна здатність: Залізнична та автомобільна мережа (як українська, так і суміжних країн ЄС) не була розрахована на такі обсяги аграрного експорту [7].

Дунайський кластер: Розвиток портів Рені та Ізмаїл став частковим рішенням, але їхня пропускна здатність обмежена, а логістика доставки до них (автотранспортом) є дорогою та неефективною [1].

Енергетична криза:

Елеватори є надзвичайно енергоємними об'єктами (робота сушарок, транспортних систем, вентиляції) [4].

Дефіцит електроенергії, спричинений ударами по енергосистемі, робить процес сушіння (особливо кукурудзи та соняшника) вкрай дорогим і часто неможливим, що призводить до псування врожаю [8].

Системні хронічні проблеми галузі

Ці проблеми існували до 2022 року і створювали підґрунтя для поточної кризи.

Технологічна відсталість та зношеність фондів:

Значна частина елеваторного фонду (особливо "хлібоприймальні підприємства", ХПП) – це застарілі об'єкти радянської побудови (бетонні силоси типу СОГ).

*Наукова проблема:* Вони мають низьку енергоефективність (сушарки на газі з низьким ККД), високі показники бою та травмування зерна під час транспортування, відсутність сучасних систем аспірації та моніторингу стану зерна (термометрії) [4, 5].

Дефіцит та дисбаланс потужностей:

Загальний дефіцит сучасних потужностей для одночасного зберігання, який фіксувався ще до 2022 року [7].

*Географічний дисбаланс:* До війни спостерігалася гіперконцентрація елеваторів у центральних та південних (припортових) регіонах, тоді як у західних регіонах відчувався їхній брак – що стало критичним при переорієнтації логістики [8].

Орієнтація на сировинний експорт:

Вся елеваторна інфраструктура історично будувалася під модель експорту сировини (зерна), а не продуктів переробки (борошна, олії, комбікормів).

*Науково-економічна проблема:* Це знижує додану вартість, створює надмірне логістичне навантаження і робить Україну вразливою до цінових коливань на світових сировинних ринках [3].

Низький рівень автоматизації та діджиталізації:

Відсутність єдиних ІТ-систем управління ("Smart Elevator"), що призводить до неефективного менеджменту, відсутності простежуваності (traceability) зерна та корупційних ризиків [5].

### **1.1.2. Перспективи та науково-обґрунтовані шляхи вирішення**

Відповіддю на кризу має стати не відновлення старого, а побудова нової, стійкої, децентралізованої та технологічної моделі галузі.

Інженерно-технічне рішення: Енергоефективність та автономія

Це ключовий напрям наукових розробок. Елеватор майбутнього має бути енергонезалежним [4].

Відмова від природного газу: Наукове завдання – пошук альтернативних теплоносіїв для зерносушарок.

Рішення:

Біопаливо: Переведення сушарок на тріску, пелети, солому або відходи самого елеватора (лушпиння соняшника, відходи кукурудзи). Це вимагає розробки нових типів теплогенераторів, що здатні працювати на високозольному паливі [8].

Когенерація: Впровадження когенераційних установок, що одночасно виробляють електричну (для роботи транспортерів) та теплову (для сушіння) енергію.

Сонячна енергія: Інтеграція сонячних панелей для часткового покриття власних потреб в електроенергії.

### **1.1.3. Логістико-математичне рішення: Оптимізація та диверсифікація**

Необхідний перехід від єдиної (морської) до мультимодальної логістичної моделі.

Науковий підхід: Застосування теорії дослідження операцій та математичного моделювання для:

Оптимізації нових транспортних коридорів (Дунай + залізниця + авто) [6].

Моделювання оптимального розташування нових "хабових" елеваторів.

Рішення:

Розвиток "сухих портів" (Dry Ports): Створення мережі потужних внутрішніх елеваторних хабів (особливо на Заході України), які б поєднували функції зберігання, перевалки (з авто на залізницю, з колії на колію) та контейнеризації зерна [6].

Розвиток річкової логістики: Подальший розвиток Дунайського кластера та (у перспективі) відновлення повноцінної навігації Дніпром.

Альтернативні методи зберігання: Тимчасове вирішення проблеми дефіциту – науково-обґрунтоване використання полімерних рукавів (silo bags). Це вимагає досліджень щодо збереження якості різних культур в таких умовах (мікробіологія, біохімія зерна) [5].

### **1.1.4. Економіко-стратегічне рішення: Глибока переробка**

Це фундаментальний зсув парадигми від сировинної до переробної економіки.

Наукове обґрунтування: Економічне моделювання доводить, що експорт 1 тонни борошна чи крохмалю генерує в рази більше ВВП та валютної виручки, ніж експорт 1 тонни зерна [3].

Рішення:

Кластерний підхід: Створення агропромислових кластерів, де елеватор є не кінцевою точкою, а першою ланкою у виробництві. Модель: "елеватор → млин/олійноекстракційний завод → завод комбікормів/біоетанолу".

Це автоматично знімає навантаження з експортної логістики сировини.

### **1.1.5 IT-рішення: Діджиталізація та "Smart Elevator"**

Науковий підхід: Впровадження концепцій Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) в управління елеватором.

Рішення:

IoT-сенсори: Постійний моніторинг температури, вологості, рівня в силосах, що дозволяє запобігти самозігріванню та псуванню зерна [5].

AI та Big Data: Прогнозування ризиків, оптимізація режимів сушіння, управління логістикою "в черзі".

Blockchain: Забезпечення повної простежуваності партій зерна – від поля до кінцевого споживача.

Елеваторна галузь України стоїть перед вибором: або деградація через руйнування та застарілі підходи, або інноваційний стрибок. Науково-обґрунтований шлях розвитку лежить через:

1. Децентралізацію: Побудову мережі стійких регіональних хабів [6].
2. Енергонезалежність: Масове впровадження біопалива та когенерації [4].
3. Глибоку переробку: Зміну економічної моделі з експорту сировини на експорт продуктів з високою доданою вартістю [3].
4. Діджиталізацію: Перетворення елеваторів на високотехнологічні "розумні" об'єкти [5].

Реалізація цієї моделі дозволить не просто відновити втрачені потужності, а й збудувати одну з найсучасніших та найстійкіших елеваторних систем у світі, що стане надійним фундаментом для АПК України на десятиліття вперед.

## 1.2 Характеристика об'єкту

Будівництво об'єкта передбачено в Дніпропетровській області. Вибір регіону та будівництво нового елеватора спрямовані на розширення потужностей елеваторної промисловості України для забезпечення продовольчої безпеки та реалізації експортного потенціалу зернових і олійних культур.

Технічні параметри та обсяги робіт

Загальна місткість: 7,0 тис. т.

Річний обсяг приймання (автотранспорт): 7000 тонн:

*ранні культури (80%):* 5600 т (пшениця – 2800 т, ячмінь – 2800 т);

*пізні культури (20%):* 1400 т (кукурудза – 100%).

Річний обсяг відвантаження (автотранспорт): 7000 тонн.

На міні-елеваторі передбачено повний цикл технологічних операцій:

Приймання: автоматизоване зважування та розвантаження зерна з автомобільного транспорту.

Очищення: попереднє та основне очищення від домішок у сепараторах до базисних кондицій.

Сушіння: обробка вологого та сирого зерна в стаціонарних зерносушарках.

Зберігання: розміщення зерна в силосах із системою моніторингу стану (термометрії).

Відвантаження: відпуск партій зерна на автомобільний транспорт

Застосування сучасних конструкцій, вузлів під час будівництва, проектування. Використання новітнього обладнання вітчизняного виробництва, що при експлуатації обслуговуючим персоналом, знижує затратну частину, таким чином покращує техніко-економічні показники елеватору.

## 1.3 Мета і завдання проекту

**Мета проекту** науково-технічне обґрунтування та розробка проекту міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т у Дніпропетровській області, спрямованого на оперативне відновлення та розширення критичної інфраструктури зберігання зерна в повоєнний період, що дозволить мінімізувати дефіцит складських

потужностей, забезпечити продовольчу стійкість регіону та впровадити сучасні енергоефективні технології доробки збіжжя.

**Завдання проекту:**

- Здійснити аналіз сучасного стану елеваторної галузі та обґрунтувати доцільність будівництва міні-елеватора в Дніпропетровській області;
- Виконати розрахунок прогнозованих обсягів надходження зерна та довести економічну ефективність створення нових потужностей зберігання у вибраному регіоні;
- Провести розрахунок та підбір комплексу технологічного обладнання для очищення, сушіння та транспортування зерна;
- Розробити та обґрунтувати раціональну схему переміщення зернових потоків, що забезпечує максимальну гнучкість виконання всіх технологічних операцій;
- Побудувати зведений графік протягом першої зміни для оптимізації роботи транспортних ліній та мінімізації енерговитрат;
- Спроекувати компонування робочої башти та обрати конструкцію металевих силосів, що забезпечать надійне довготривале зберігання збіжжя.
- Розробити систему автоматичного керування та дистанційного контролю параметрів зернового середовища для мінімізації впливу людського фактора;
- Розробити комплекс заходів із забезпечення безпечних умов праці персоналу та захисту екології від викидів зернового пилу;
- Надати характеристику зернового сектору агропромислового комплексу Дніпропетровської області з урахуванням природно-географічних, економічних і соціальних чинників, які впливають на його функціонування;
- Визначити собівартість послуг елеватора, термін окупності капітальних інвестицій та загальну рентабельність проєкту.

## Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

З огляду на зростання валового збору зернових та активізацію експорту, сільгоспвиробники виявляють закономірний інтерес до розбудови власної складської інфраструктури. Головними мотивами створення власних потужностей для зберігання є: можливість реалізації врожаю в періоди пікових цін, уникнення залежності від монопольних умов та тарифів сторонніх елеваторів, а також оптимізація витрат. Інвестиції у цей сектор спрямовуються як на модернізацію наявних сховищ, так і на нове будівництво.

Нами заплановано спорудження нового міні-елеватора у Дніпропетровській області місткістю 7 тис. тонн. Це рішення базується на аналізі обсягів вільного залишку зерна, яке потребує якісного збереження.

Будівництво елеватора в Дніпропетровській області є стратегічно вигідним рішенням, оскільки регіон входить до лідерів України за обсягами збору зернових та олійних культур. Розвинена залізнична мережа та близькість до річкових портів Дніпра дозволяють значно оптимізувати логістичні витрати на експорт продукції. Наявність власних потужностей для зберігання дає фермерам можливість уникати продажу зерна за низькими цінами в пік сезону, чекаючи на більш вигідну ринкову кон'юнктуру. Будівництво міні-елеватора дозволяє агропідприємству отримати повну технологічну незалежність від великих зернотрейдерів, забезпечуючи високу швидкість окупності за рахунок низьких експлуатаційних витрат. Реалізація проекту дозволить створити нові робочі місця та підвищити експортний потенціал.

Основною метою проекту є забезпечення прибуткової діяльності, розширення ринкової присутності підприємства, розвиток експортних напрямів і стабільне постачання якісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме зміцненню економіки регіону.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0тис.тон у Дніпропетровській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					18	7
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Розрахункова частина розпочинається зі складання балансу сировини у Дніпропетровській області, що дозволяє визначити наявні та перспективні обсяги ресурсів. Метою цього етапу є оцінка потенціалу заготівлі зернових культур у сировинній зоні об'єкта, що базується на даних про посівні площі та середню врожайність [9].

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні [10].

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ <sub>базова</sub> , тис.га	Урожайність, У <sub>1</sub> , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ <sub>1</sub> , тис.ц
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Дніпропетровськ	739,7	24,6	1823,5

Тому що, площа вирощування та урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми повинні це врахувати і розрахувати їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховуємо за формулою [9]:

$$U_{\text{прогноз}} = U_{\text{базова}} K_y, \quad \text{ц/га}, \quad (2.1)$$

де  $U_{\text{базова}}$  – середня урожайність у поточному році, ц/га;

$U_{\text{прогноз}}$  – середня урожайність у перспективі, ц/га;

$K_y$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховуємо за формулою [9]:

$$K_y = K_{zy}^t, \quad (2.2)$$

де  $K_{zy}$  – індекс зростання урожайності (коливається у межах 1,05...1,08);

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = ПЛ_{\text{базова}} K_{пл}, \quad (2.3)$$

де  $ПЛ_{\text{прогноз}}$  – площа вирощування у поточному році га;

$ПЛ_{\text{базова}}$  – площа вирощування у перспективі, га;

$K_{\text{пл}}$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховуємо за формулою:

$$K_{\text{пл}} = K_{\text{пл}}^t, \quad (2.4)$$

де  $K_{\text{пл}}$  – індекс зростання площі вирощування (коливається у межах 1,05...1,08) [9];

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Дніпропетровській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2029 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі, на основі даних Державної служби статистики України і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки [10].

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2029 році, розрахована за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 24,6 \times (1 + 0,06)^4 = 31,06 \text{ ц/га},$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Дніпропетровській області у 2029 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 739,7 \times (1 + 0,05)^4 = 899,1 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в регіоні, який визначаємо за формулою:

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (ПЛ_{\text{прогноз}} \times U_{\text{прогноз}})/10, \text{ тис.тонн} \quad (2.5)$$

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (899,1 \times 31,06)/10 = 2792,6 \text{ тис.тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в області у 2029р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ <sub>прогноз</sub> , тис. га	Середня урожайність, У <sub>прогноз</sub> , ц/га	Валовий збір, ВЗ <sub>прогноз</sub> , тис. тонн
1	2	3	4 = 2x3
Дніпропетровська	899,	31,06	2792,6

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. У нашому проекті їх прогнозна сумарна місткість (МЗ<sub>прогноз</sub>) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

$$МЗ_{\text{прог}} = ВЗ_{\text{прог}} - С_{\text{СГ}} + I_p, \text{ тис. т,} \quad (2.6)$$

де ВЗ – валовий збір зернових культур, тис. тонн,

С<sub>СГ</sub> – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Дніпропетровській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн [11].

I<sub>p</sub> – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Дніпропетровській області складає 0,5 % від валового збору), тис. тонн [11].

Споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств в Дніпропетровську області дорівнює:

$$С_{\text{СГ}} = 0,20 \times 2792,6 = 558,5 \text{ тис. тонн.}$$

Імпорт (ввезення) зернових культур в Дніпропетровську область з інших регіонів та із закордону у 2025 р. займав 0,5 % у структурі валового збору зернових в Дніпропетровській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 2792,6 = 13,96 \text{ тис. тонн.}$$

В нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Дніпропетровській області у 2029 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$МЗ_{\text{прог}} = 2792,6 - 558,5 + 13,96 = 2248,1 \text{ тис. тонн.}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Дніпропетровській області, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2029 році, $V_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{СГ}}$	Ввезення з інших регіонів та із за-кордону, $I_p$	Сумарна місткість зерносховищ, $M_{\text{З прогноз}}$
1	2	3	4	5= 2-3+4
Дніпропетровська	2792,6	558,5	13,96	2248,1

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ( $\Delta ПЗ$ ) можна визначити як різницю між прогнозна сумарна місткість ( $M_{\text{З прогноз}}$ ) та сумарними потужностями зерносховищ ( $\Sigma ПЗ_i$ ) за формулою 2.7:

$$\Delta ПЗ = M_{\text{З прогноз}} - \Sigma ПЗ_i, \quad (2.7)$$

де  $\Delta ПЗ$  – прогнозний обсяг дефіциту місткостей для зберігання зерна у даному регіоні, тис. тонн;

$\Sigma ПЗ_i$  – сумарна потужність  $i$ -тих зерносховищ, тис. тонн (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. тонн [12].

$$\Delta ПЗ = 2248,1 - 1823,5 = 424,6 \text{ тис. тонн.}$$

На основі аналізу показника  $\Delta ПЗ$  можна зробити такі висновки:

по-перше – про наявність дефіциту або профіциту місткості для зберігання зерна, а саме:

- якщо  $\Delta ПЗ > 0$ , то в даному регіоні є дефіцит місткостей;
- якщо  $\Delta ПЗ \leq 0$ , то в даному регіоні є профіцит (надлишок) місткостей;

по-друге – про доцільність будівництва нового елеватора запланованої потужності ( $ПЗ$ ), тобто місткості, а саме:

- якщо  $\Delta ПЗ \geq ПЗ$ , то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно;

- якщо  $\Delta ПЗ < ПЗ$ , то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні не доцільно.

Таким чином, розрахунки показали, що в Дніпропетровській області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta ПЗ = 424,6 \text{ тис. тонн.} > 0,$$

$$\Delta ПЗ \geq ПЗ, \text{ тобто } 424,6 > 7 \text{ тис. тонн}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 7 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

Вантажооборот (В) підприємства елеваторної галузі розраховуємо за формулою:

$$В = K_0 \times ПЗ, \text{ тис. тонн,} \quad (2.8)$$

де ПЗ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проектується, тис. тонн;

$K_0$  – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року [13, 14].

$$В = 1 \times 7 = 7 \text{ тис. тонн,}$$

Для даного проекту вихідні дані для розробки проекту будівництва міні-елеватора є наступними:

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розробки проекту будівництва міні-елеватора

Показники		
Місткість елеватора, що проектується, тонн		7000
Область		Дніпропетровська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, $K_0$		1,0
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A_{np}^a$ , т/рік		7000
у тому числі:		
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$ , т/рік		5600
Пшениці, т		2800
Ячменю, т		2800
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5
Вологе:	(W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,5
Період заготівель ранніх культур, $P_p$ , діб		30
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$ , т/рік		1400
Кукурудзи, %		100
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5

Вологе:	(Wпонад 15-17 вкл. %)	$\alpha_1$	0,5
Період заготівель пізніх культур, $P_p$ , діб			40
Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт, $A^a_p$ , т/рік			7000
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N, міс.			4
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{авп м}$ , діб			20
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{авп д}$ , год.			16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відвантаження на а/т, $K_{авп м}$			1,5
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{авп д}$			1,3
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{авп г}$			1,5

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції розвитку ринку зернових культур України та проведено детальне дослідження стану зернового господарства Дніпропетровської області. Виконані розрахунки балансу сировини показали наявність значного розриву між валовим збором та наявними потужностями для зберігання, що призводить до прогнозованого дефіциту місткостей в обсязі 424,6 тис. тонн.

Оскільки виявлений дефіцит значно перевищує заплановану потужність об'єкта, будівництво нового міні-елеватора місткістю 7 тис. тонн у даному регіоні є економічно обґрунтованим та доцільним. Проект дозволить забезпечити стабільний річний вантажообіг на рівні 7 тис. тонн, охоплюючи приймання як ранніх (5600 т), так і пізніх (1400 т) зернових культур, що сприятиме оптимізації логістичних процесів та збереженню якості врожаю.

## Розділ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

#### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

Для заготівельних елеваторів, фіксуючих об'єм заготівель зерна в заліковій масі ( $A_{\text{зал}}, \text{т}$ ), необхідно передбачати його перерахунок у фізичні тонни ( $A$ ) за формулою [13, 14]:

$$A = A_{\text{зал}} \cdot K_{\text{ф}}, \text{т} \quad (3.1)$$

де  $K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт перерахунку залікової маси в фізичні тонни.

Тривалість розрахункового періоду, протягом якого

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ( $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ ) і погодинний ( $A_{\text{пг}}^{\text{а}}$ ) об'єми визначати окремо для ранніх і пізніх культур за формулами [15, 16]

$$A_{\text{пд}}^{\text{а}} = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^{\text{а}} \cdot K_{\text{д}}^{\text{а}}}{P_{\text{р}}} \quad (3.2)$$

Для ранніх культур  $A_{\text{пд}}^{\text{а}} = \frac{0,8 \cdot 5600 \cdot 1,3}{30} = 194,13 \text{ т/добу.}$

Для пізніх культур  $A_{\text{пд}}^{\text{а}} = \frac{0,8 \cdot 1400 \cdot 1,3}{40} = 36,4 \text{ т/добу.}$

де  $A_{\text{пр}}^{\text{а}}$  – річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство;

$K_{\text{д}}^{\text{а}}$  та  $P_{\text{р}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом та тривалість розрахункового періоду заготівель

$$A_{\text{пг}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пд}}^{\text{а}} \cdot K_{\text{г}}^{\text{а}}}{T} \quad (3.3)$$

Для ранніх культур  $A_{\text{пг}}^{\text{а}} = \frac{194,13 \cdot 1,5}{24} = 12,13 \text{ т/год.}$

Для пізніх культур  $A_{\text{пг}}^{\text{а}} = \frac{36,4 \cdot 1,5}{24} = 2,28 \text{ т/год.}$

де значення  $T$  – розрахунковий час роботи обладнання (крім зерносушарок) приймати 24 год на добу

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровські обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
		Соколовська О.Г.					25	39
		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
		Макаринська А.В.						

Більше з отриманих значень використати в подальших розрахунках обладнання елеватора і його приймально-відпускних пристроїв.

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймати [15,16]:  
розрахункове місячне відпускання

$$A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{A_{\text{ВПР}}^a}{N} \cdot K_{\text{ВПМ}}^a \quad (3.4)$$

$$A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{7000}{4} \cdot 1,5 = 2625 \text{ т/міс.}$$

розрахункове добове відпускання

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{A_{\text{ВПМ}}^a}{T_{\text{ВПМ}}^a} \cdot K_{\text{ВПД}}^a \quad (3.5)$$

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{2625}{20} \cdot 1,3 = 170,63 \text{ т/доб.}$$

розрахункове погодинне відпускання

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{A_{\text{ВПД}}^a}{T_{\text{ВПД}}^a} \cdot K_{\text{ВПГ}}^a \quad (3.6)$$

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{170,63}{16} \cdot 1,5 = 15,1 \text{ т/год.}$$

де  $N$  – кількість місяців відпускання;

$T_{\text{ВПМ}}^a, T_{\text{ВПД}}^a$  – тривалість відпускання за місяць, добу [15, 16];

$K_{\text{ВПМ}}^a, K_{\text{ВПД}}^a, K_{\text{ВПГ}}^a$  – коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт [15, 16].

### 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.

#### Розрахунок зерноочисних машин

Все зерно, що надходить автотранспортом на заготівельні елеватори і хлібоприймальні підприємства, підлягає попередньому очищенню від грубих і легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відділюваних домішок до кондицій, що відповідають його цільовому призначенню.

Основне очищення зерна від домішок, що не впливають на його збереження, може здійснюватися після заготівельного періоду.

Необхідна кількість і продуктивність машин для очищення зерна (половоочисників, скальператорів або сепараторів) повинні відповідати продуктивності ліній приймання зерна.

У проєктах будівництва заготівельних елеваторів сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна ( $\sum Q_c^{00}$ ) визначають за формулою

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left( \frac{A_1}{K_1^c} + \frac{A_2}{K_2^c} + \dots + \frac{A_n}{K_n^c} \right), \text{ т/ГОД}, \quad (3.16)$$

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{40} \left( \frac{2800}{1} + \frac{2800}{0,8} + \dots + \frac{1400}{1} \right) = 7,7 \text{ т/ГОД},$$

де  $P_p$  – Тривалість розрахункового періоду заготівель,  $P_p$

$A_1, A_2, \dots, A_n$  – маса зерна різних культур, що надходять на підприємство протягом всього періоду заготівель.

$K_1^c, K_2^c, \dots, K_n^c$  – коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту віддільних домішок

$\sum_1^n Q_c^{\text{заг}}$  – загальна паспортна продуктивність сепараторів основного очищення, що є на підприємстві.

Кількість сепараторів основного очищення ( $N_c$ ) визначають за формулою

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_{\text{пасп}}}, \text{ шт.} \quad (3.18)$$

де  $Q_{\text{пасп}}$  – паспортна продуктивність сепаратора, т/ГОД.

Необхідна кількість сепараторів основного очищення для елеваторів, що приймають зерно із залізничного і водного транспорту або портових елеваторів, що відвантажують зерно на експорт ( $N_c$ ) визначати за формулою

$$N_c = \frac{0,05 \cdot \alpha_{\text{оч}} \cdot A_{\text{пдмакс}}^{3,В} (A_{\text{впдмакс}}^В)}{Q_{\text{пасп}} \cdot K_c^K} \text{ шт.}, \quad (3.19)$$

де  $A_{\text{пдмакс}}^{3,В}$  – маса зерна, що надходить залізничним або водним транспортом, або що відпускається  $A_{\text{впдмакс}}^В$  портовими елеваторами на експорт, в розрахункову добу, т;

$\alpha_{\text{оч}}$  – частка зерна, що підлягає очищенню; при прийманні зерна із залізничного або водного транспорту приймати  $\alpha_{\text{оч}}^3 = \alpha_{\text{оч}}^В = 0,5$ , а при відпусканні зерна на експорт приймати  $\alpha_{\text{оч}}^{\text{експ}} = 1$ ;

$K_c^K$  – коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності повітряно-ситових сепараторів в залежності від культури зерна.

## Розрахунок і вибір зерносушарок

Кількість зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за період заготівель.

При виборі типу зерносушарки потрібно орієнтуватися на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх кількості – враховувати необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно [17-19].

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначати окремо для ранніх і пізніх культур за формулою

$$A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_B \cdot K_{\text{КСРВ}} \text{ пл. т} \quad (3.20)$$

Для ранніх культур  $A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot 5600 \cdot 0,7 \cdot 0,78 = 2446 \text{ пл. т}$

Для пізніх культур  $A_{\text{спід}}^p = 0,8 \cdot 1400 \cdot 0,7 \cdot 0,78 = 611,52 \text{ пл. т}$

де  $A_{\text{пр}}^a$  – маса зерна ранніх або пізніх культур (за винятком маси насіння соняшнику, об'єм сушіння якого далі визначають за формулою 3.23), що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

$K_B$  – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння

$K_{\text{КСРВ}}$  – середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується.

Його чисельне значення визначати за формулою

$$K_{\text{КСРВ}} = \frac{A_1 \cdot K_{\text{К1}}^3 + A_2 \cdot K_{\text{К2}}^3 + \dots + A_n \cdot K_{\text{Кн}}^3}{A} \quad (3.21)$$

де  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – маса зерна різних культур;

$$K_{\text{КСРВ}} = \frac{2800 \cdot 1 + 2800 \cdot 1,66 + \dots + 1400 \cdot 1}{7000} = 1,14$$

$K_{\text{К1}}^3, K_{\text{К2}}^3, \dots, K_{\text{Кн}}^3$  – коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується [17-19]

$K_{\text{КСРВ}}$  – чисельні значення середньозваженого коефіцієнта, що враховує призначення партій зерна, визначають за формулою

$$K_{\text{КСРВ}} = \frac{A_1 \cdot K_{\text{п1}} + A_2 \cdot K_{\text{п2}} + \dots + A_n \cdot K_{\text{пн}}}{A} \quad (3.22)$$

$$K_{\text{псрв}} = \frac{2800 * 1 + 2800 * 1 + 1400 * 1}{7000} = 1$$

де  $K_{\text{п1}}, K_{\text{п2}}, \dots, K_{\text{пn}}$  – коефіцієнти, що враховують призначення зерна; для насіння кукурудзи  $K_{\text{п}} = 2,0$ ; для кукурудзи, що йде в крохмале-патокову промисловість  $K_{\text{п}} = 1,2$ ; для пивоварного ячменю  $K_{\text{п}} = 1,0$ ; для інших партій зерна  $K_{\text{п}} = 1,0$  [12- 16]:

Розрахункову масу зерна, яку може просушити зерносушарка за період заготівель, визначати за формулою

$$A_{\text{спід}}^{\text{можл}} = 20,5 \cdot Q_{\text{пасп}}^{\text{з/с}} \cdot K_{\text{пер}} \cdot P_{\text{р}} \cdot K_{\text{д}}, \text{ пл. т,} \quad (3.24)$$

$$A_{\text{спід}}^{\text{можл}} = 20,5 * 10 * 0,84 * 40 * 1 = 6888$$

де 20,5 – кількість годин роботи зерносушарки протягом доби, год;

$Q_{\text{пасп}}^{\text{з/с}}$  – паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_{\text{пер}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від кількості партій зерна, що надходять до неї;

$K_{\text{д}} = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при роботі із зерноскладами;

$K_{\text{д}} = 1,0$  – при прив'язці зерносушарок до елеваторів;

Зерносушарки потрібно проєктувати в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурна схема технологічного процесу показує послідовність виконання операцій з зерном [13, 14, 21]. Для проєктованого елеватора структурна схема наведена на рис. 3.1.

Принципова схема роботи елеватора – це схема, на якій наведено технологічне обладнання та операції, які виконуються на виробничий ділянці. (рис. 3.2)

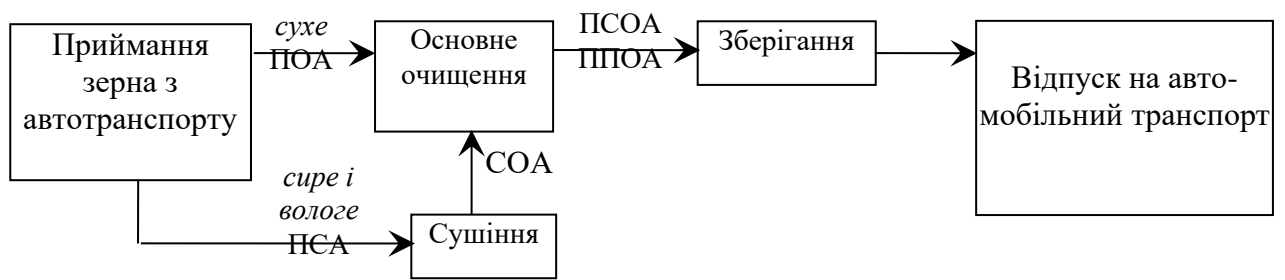


Рисунок 3.1 - Структурна схема технологічного процесу проєктуємого елеватора

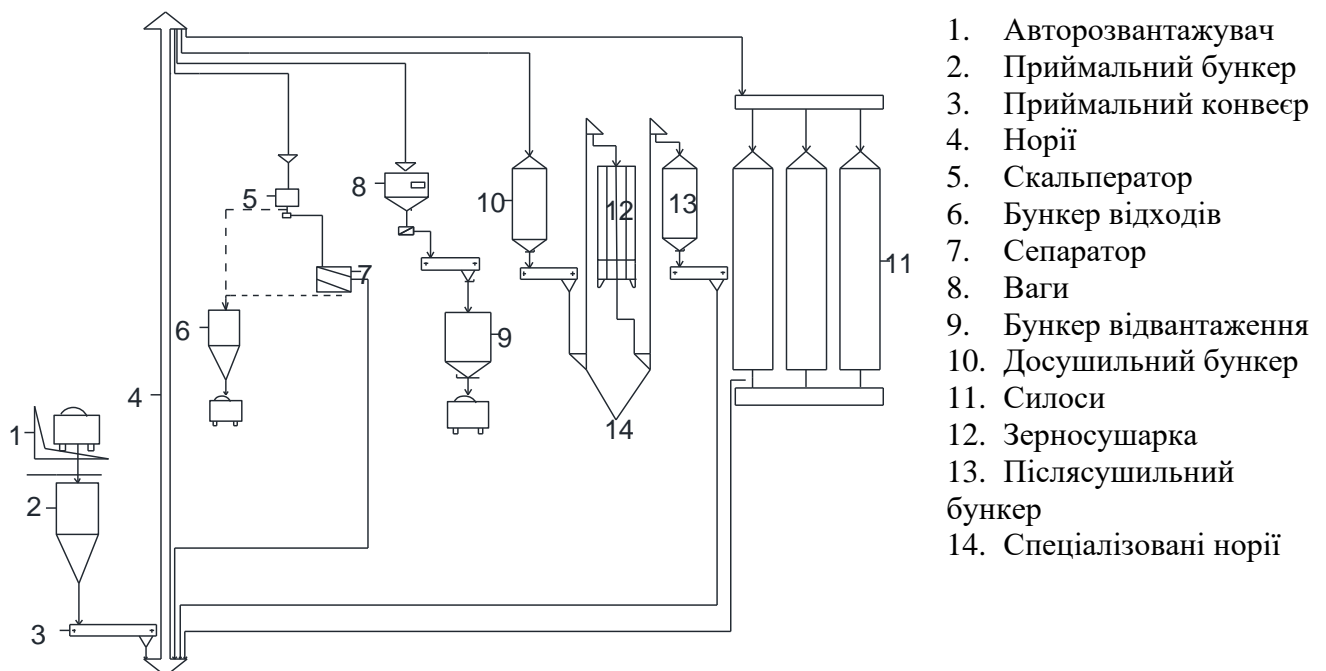


Рисунок 3.2 - Принципова схема проєктуємого елеватора

Ця схема, що відображає зв'язок між транспортно-технологічним обладнанням, оперативними та накопичувальними бункерами та рухом зерна з ємності, що спорожнюється, в ємність, що накопичує зерно. Принципова схема проєктованого елеватора базується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити між операційні бункери і як здійснити переміщення зерна з бункера, що спорожнюється, у наповнювальний бункер [13, 14, 21].

Технологічний процес міні-елеватора передбачає: зважування автотранспорту на автомобільних вагах, взяття проб за допомогою

пробовідбірника або щупів і подачу автотранспорту на розвантаження за допомогою системи розвантаження самосипом в бункер. Норією зерно може подаватися на попереднє очищення, потім на сушіння, або на основну очистку. Лінія сушіння передбачає: подачу на досушильні бункери потім на сушку в зерносушарку, звідки воно йде на післясушильний бункер, а він в свою чергу може подати на лінію очистки. Відходи прибираються за допомогою автотранспорту. Сухе очищене зерно подається на зберігання в силос з допомогою норії на надсилосний конвеєр. Вивантаження зерна з силосу здійснюється на підсилосний конвеєр і далі на норію.

### **3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання**

#### **Розрахунок норій елеватора**

Норії, що встановлюються в спорудах хлібоприймальних підприємств і елеваторів, в залежності від технологічного призначення поділяються на спеціалізовані і основні:

а) **спеціалізовані норії** – ті, що беруть участь у зовнішніх операціях (встановлюються у відповідних приймальних і відпускних пристроях, використовуються для розвантаження і завантаження транспортних засобів і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні місткості та на попереднє очищення в потоці приймання), а також обслуговуючі зерносушарки і ті, що транспортують відходи [13, 14, 21].;

б) норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є **універсальними (основними) норіями** елеватора і встановлюються в робочій башті елеватора[13, 14, 21].

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати:

а) можливість подачі кожного основного потоку зерна не менш ніж на 2 норії;

б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби.

Визначення продуктивності і кількості спеціалізованих норій проводять виходячи з розрахункової продуктивності відповідних потоків.

Перед розрахунком кількості і продуктивності основних норій обов'язково має бути розроблена принципова схема технологічного процесу проєктованого елеватора, за якою визначають операції, що будуть здійснюватися за допомогою основних норій.

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи [9 -11]:

1) Визначають мінімальну продуктивність норій з умови виконання лімітуючої операції в нормативний час не більше ніж двома норіями.

2) Визначають необхідну кількість основних норій мінімальної продуктивності з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій з зерном, що збігаються у часі.

3) Визначають кількість основних норій, необхідну для виконання всіх операцій, для чого розраховують кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій для двох варіантів продуктивності норій:  $Q_1 = Q_{\min}$  та  $Q_2$ , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій (50, 100, 175, 250, 350, 500 т/год).

Після чого обирають один з отриманих варіантів кількості та продуктивності основних норій.

Вибір основних норій елеватора проводять, виходячи з умови забезпечення виконання всіх зовнішніх і внутрішніх операцій із зерном, які можуть збігатися в часі в розрахункову добу. При цьому в розрахункову добу повинні бути виконані наступні невідкладні операції:

зовнішні

– приймання і відпуск по видах транспорту у розрахункових добових обсягах;

внутрішні

– основне очищення зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^a + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^z + A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}), \text{ т} \quad (3.25)$$

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^a + 0,5 = 194,13 + 0,5 = 194,63 \text{ т}$$

де  $A_{\text{пд}}^a$ ,  $A_{\text{пд}}^z$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}$  – добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним, залізничним і річковим (або морським) транспортом, відповідно, т;

0,5 – коефіцієнт, який показує, що у розрахункову добу має бути очищено в потоці приймання 50 % зерна, що надходить на підприємство залізничним і річковим (або морським) транспортом;

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{сд}} = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a}{\text{Пр}} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a}{\text{Пр}} (1 - \alpha_0) = A_{\text{пд}}^a (1 - \alpha_0), \text{ т} \quad (3.26)$$

$$A_{\text{сд}} = 194,13 * (1 - 0,5) = 97 \text{ т}$$

де  $A_{\text{пр}}^a$  – річний обсяг надходження зерна автотранспортом на підприємство, т;

$$A_{\text{авд}} = 0,3 \cdot A_{\text{сд}}, \text{ т} \quad (3.27)$$

$$A_{\text{авд}} = 0,3 \cdot 97 = 29$$

Мінімальну продуктивність норій при виконанні операції приймання зерна з автотранспорту розраховувати за формулою

$$Q_{\text{min}}^a = \frac{A_{\text{пг}}^a}{n_o \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}} \quad (3.37)$$

$$Q_{\text{min}}^a = \frac{12,13}{1 * 1,0 * 0,85} = 14,3 \text{ т/год.}$$

де  $A_{\text{пг}}^a$  – розрахункове погодинне надходження зерна автотранспортом, т/год;

$K_{\text{вс}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності норій при транспортуванні сирого і засміченого зерна.

Середньозважене значення  $K_{\text{вс}}$  може бути розраховане за формулою:

$$K_{\text{вс}} = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\text{п}} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1 \quad (3.38)$$

$$K_{\text{вс}} = 0,5 * 0,85 + (1 - 0,5) * 1 = 0,93$$

де  $K_{\text{п}} = 0,85$  для тихохідних норій і  $K_{\text{п}} = 0,7$  для швидкохідних норій/

Отже, мінімальна продуктивність норій округлили до найближчого більшого стандартного 50 т/год.

Другий етап розрахунку основних норій – визначення необхідної кількості основних норій мінімальної продуктивності з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі [15, 16].

Розрахунок кількості норій для виконання операцій, які збігаються у часі, наведено у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок кількості норій для виконання операцій, які збігаються у часі

№ п/п	Операції, які збігаються у часі	Розрахункова формула	Розрахунок кількості норій при $Q_{\min}=Q_1$
1	2	3	4
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_{\text{п}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пг}}^{\text{а}}}{Q_1 \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}}$	$n_{\text{п}}^{\text{а}} = \frac{12,13}{50 * 0,93 * 0,8} = 0,33$
2	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_{\text{оч}} = \frac{A_{\text{очд}}}{24 \cdot Q_1 \cdot K_{\text{ін}}}$	$n_{\text{оч}} = \frac{194,63}{24 * 50 * 0,8} = 0,2$
	Всього норій	$\Sigma N$	$n_{\text{п}}^{\text{а}} + n_{\text{оч}} = 0,33 + 0,2 = 0,53$

Третій (остаточний) етап розрахунку основних норій: визначення кількості основних норій (необхідної і достатньої для виконання всіх операцій) шляхом розрахунку норіє-годин.

Подальші розрахунки необхідно вести по двох варіантах: для обраної мінімальної продуктивності  $Q_{\min} = Q_1$  і для  $Q_2$ , яка приймається рівною наступній більшій зі стандартного ряду продуктивності норій (50, 100, 175, 250, 350, 500 т/год).

Розраховують кількість норіє-годин, потрібну для виконання кожної з операцій у добовому об'ємі, і на основі їх суми визначають потрібну кількість норій для двох вищеназваних варіантів продуктивності норій:  $Q_1 = Q_{\min}$  та  $Q_2$ .

Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу рекомендується проводити у відповідності з табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок кількості норіє-годин у розрахункову добу

Найменування операції	Розрахункова формула	Кількість норіє-годин при продуктивності	
		Q <sub>1</sub> = 50 т/год	Q <sub>2</sub> =100 т/год
Переміщення зерна з накопичувальних бункерів прийому з автотранспорту	$H_{п}^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K_{вс} \cdot K_{ін}}$	$H_{п}^a = \frac{194,13}{50 * 0,93 * 0,85} = 4,8$	$H_{п}^a = \frac{194,13}{100 * 0,93 * 0,85} = 2,46$
Відпуск на автотранспорт	$H_{вп}^a = \frac{A_{впд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{вп}^a = \frac{170,63}{50 * 0,85} = 4$	$H_{вп}^a = \frac{170,63}{100 * 0,85} = 2$
Забирання зерна після основного очищення в силоси	$H_{оч} = \frac{A_{очд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{оч} = \frac{194,63}{50 * 0,85} = 4,6$	$H_{оч} = \frac{194,63}{100 * 0,85} = 2,3$
Забирання просушеного зерна і подача його на основне очищення	$H_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_c = \frac{97,32}{50 * 0,85} = 2,3$	$H_c = \frac{97,32}{100 * 0,85} = 1,14$
Усього норіє-годин	$\sum H$	$\sum H = 15,7$	$\sum H = 7,9$

Після розрахунку сумарної кількості норіє-годин розраховували потрібну кількість основних норій (N) для двох вищеназваних варіантів їх продуктивності (Q<sub>1</sub> = Q<sub>min</sub> та Q<sub>2</sub>) за формулою

$$N = \frac{\sum H}{24 \cdot K_t}, \text{ т} \quad (3.40)$$

$$N_{50} = \frac{15,7}{24 * 0,65} = 1,006$$

$$N_{100} = \frac{7,9}{24 * 0,65} = 0,5$$

Розрахунки показали встановлення на міні-елеваторі двох основних норій НЦК-50 (продуктивністю 50 т/год) вистачає для виконання всіх операцій у запланованих об'ємах.

### Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

На підприємствах елеваторної промисловості для транспортування зернової маси використовуються наступні типи конвеєрів: стрічкові; стрічкові безроликові (волокуші); стрічкові скребкові; ланцюгові з навантаженими скребками; гвинтові [13-16].

Продуктивність конвеєрів в залежності від операції потрібно визначати:

- а) для приймання зерна з автотранспорту згідно;
- б) продуктивність підсилосних і над силосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій.

Число конвеєрів потрібно визначати:

- а) для приймання зерна з автотранспорту;
- б) число під силосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи;
- в) число над силосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси.

### **Самопливи**

Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту  $36^\circ$ ) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і інш.) рекомендується приймати [13-16].

- 1) діаметром – 150 мм для продуктивності транспортуючого обладнання 50 т/год;
- 2) кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок потрібно приймати  $45^\circ$ , на всіх інших –  $36^\circ$ ;
- 3) перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати  $45^\circ$ .
- 4) товщину металу для зернопроводів рекомендується приймати 5 мм.

### **3.1.5 Розрахунок приймальних і відпускних пристроїв елеватора**

#### **Вивантаження зерна з автомобільного транспорту і завантаження його в автомобілі**

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі

максимального погодинного надходження ( $A_{\text{пт}}^a$ ) з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

Об'єм зерна, що надходить з глибинних елеваторів, в розрахунок приймальної здатності хлібоприймальних підприємств або елеваторів у заготівельний період не включається.

Максимальне погодинне надходження зерна ( $A_{\text{пт}}^a$ ) при розробці типових проектів або проектів будівництва підприємств на нових майданчиках, а також проектів реконструкції приймальних пристроїв діючих підприємств визначається за формулою 3.3.

Технологічні лінії приймання зерна з автомобілів повинні забезпечувати формування партій зерна за культурами, призначенням і якістю.

Необхідна кількість транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначається за формулою

$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 \cdot A_{\text{пт}}^a}{Q_{\text{л}}^a \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{вз}}}, \text{ шт.}, \quad \text{при } P_{\text{с}} = \sum P_{\text{пт}}^c, \quad (3.41)$$
$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 * 12,13}{45 * 0,8 * 1} = 0,40$$

де  $Q_{\text{л}}^a$  – фактична продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту (т/год),

$K_{\text{к}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці

$K_{\text{вз}}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості

$P_{\text{с}}$  – кількість різнорідних партій зерна, що надходять за добу;

$\sum P_{\text{пт}}^c$  – сумарна кількість партій зерна, що направляються на приймальний потік за добу;

1,2 – коефіцієнт, що враховує різнотипність засобів доставки зерна.

Продуктивність автомобілерозвантажувача визначати за формулою

$$Q_{\text{р}}^a = \frac{Q_{\text{р}}^{\text{ат}} \cdot K_{\text{пт}}^a \cdot K_{\text{вз}}}{1,2}, \text{ т/ГОД}, \quad (3.42)$$

$$Q_p^a = \frac{185 * 0,74 * 1}{1,2} = 114 \text{ т/год.}$$

де  $Q_p^{at}$  – технічна продуктивність автомобілерозвантажувача певної марки, встановлювати за табл. 3.23;

$K_{пр}^a$  – коефіцієнт зниження технічної продуктивності автомобілерозвантажувача;

1,2 – коефіцієнт, що враховує різнотипність засобів доставки зерна.

Відпускання зерна на автотранспорт є випадковою операцією. Для завантаження зерна в автомобілі повинні бути передбачені відпускні бункери місткістю не менше за 15 т кожний.

### **3.2 Обробка і зберігання відходів**

В акті форми № 34 зазначаються маса та якість зерна до і після доробки, маса та якість одержаних побічних продуктів і відходів. Акт підписується матеріально відповідальною особою, начальником ВТЛ, перевіряється бухгалтером і затверджується керівником підприємства.

При очищенні на зерноочисних машинах усієї партії зерна, яка окремо враховується, її маса визначається за даними бухгалтерії. Уразі очищення частини зерна, яке зберігається в складі, маса до доробки визначається шляхом зважування або до закінчення доробки всієї партії шляхом обміру. Спосіб визначення маси зерна до доробки вказується в розпорядженні за формою № 34 [22-24].

Побічні продукти і відходи, одержані при очищенні, передаються в цех або склад відходів за масою та якістю, визначеними окремо для кожної опрацьованої партії зерна. Відважування на побічні продукти і відходи додаються до актів на доробку за формою № 34.

При складанні актів про очищення зерна віднесення домішок, що містяться у відходах, до смітної або зернової проводиться за державним стандартом на відповідну культуру.

При оформленні очищення і сушіння зерна в потоці його масу в актах за формою № 34 слід указувати, виходячи з даних про приймання зерна на цю потокову лінію. Одержані при очищенні зерна побічніпродукти і відходи I та II категорій передаються в цех (склад) відходів за масою, списуються з рахунку основної культури і оприбутковуються за місцем зберігання [22-24].

Відходи III категорії (некормові) накопичуються і знищуються. Відомості відважувань на побічні і продукти і відходи додаються до актів за формою № 34 на очищення зерна.

Легка органічна домішка, що з'являється на поверхні зерна в складах унаслідок його самосортування, відходи, які створюються при переміщенні зерна транспортерами (без підвісних сит - легка органічна домішка), і змітки, які створюються при переміщенні зерна і при вантажно-розвантажувальних роботах, обробляються з метою вилучення нормального зерна, зважуються, списуються з основної культури й оприбутковуються за відповідним місцем зберігання, оформляються актом на оприбуткування зміток (форма № 22) [22-24].

Не придатні для використання відходи повинні вивозитися з території підприємства і знищуватися. Ця операція оформляється актом на знищення непридатних відходів (форма № 23).

Для контролю за зберіганням і визначенням достовірності втрати зерна та продуктів його перероблення бухгалтерією підприємства ведеться щодо кожного місця зберігання, культури і кожного власника книга кількісно-якісного обліку хлібопродуктів (форма № 36) [22-24].

На проєктованому підприємстві передбачено інтеграцію системи екологічного менеджменту (СЕМ), що базується на положеннях міжнародних стандартів серії ISO 14000. Дана група стандартів розроблена з метою надання суб'єктам господарювання методологічного інструментарію для формування екологічної політики та реалізації стратегії мінімізації негативного антропогенного впливу на навколишнє природне середовище.

Фундаментальною особливістю базового стандарту ISO 14001 є орієнтація не на фіксовані кількісні показники емісій, а на створення процесно-орієнтованої моделі управління. Згідно з вимогами стандарту, вище керівництво підприємства бере на себе зобов'язання щодо безперервного вдосконалення екологічної результативності відповідно до наявних ресурсних можливостей. Це передбачає ідентифікацію значущих екологічних аспектів діяльності та побудову ієрархічної системи контролю за ними [25].

Відповідність підприємства критеріям стандарту ISO 14001 забезпечується через послідовну реалізацію низки управлінських етапів. Першочерговою умовою є розробка екологічної політики — офіційного документа, що декларує принципи та наміри організації щодо дотримання національних екологічних нормативів і постійного поліпшення СЕМ. Процес впровадження охоплює розробку процедур ідентифікації екологічних ризиків, встановлення стратегічних цілей та розробку комплексних програм менеджменту. Важливим аспектом функціонування системи є акумуляція достатнього обсягу фінансових, технологічних та кадрових ресурсів, що передбачає залучення як внутрішніх, так і зовнішніх можливостей для професійної підготовки персоналу [25].

Дієвість впровадженої моделі управління підтверджується шляхом регулярного моніторингу ключових параметрів техногенного навантаження та проведення періодичних внутрішніх аудитів. Отримані дані дозволяють керівництву здійснювати аналіз адекватності та ефективності СЕМ, своєчасно виявляти відхилення та впроваджувати коригувальні заходи. Таким чином, комплексна реалізація стандарту ISO 14000 включає формування організаційної структури, налагодження інформаційних потоків між підрозділами та державними регуляторними органами, а також систематизацію документації системи управління якістю [25].

З метою забезпечення практичного функціонування СЕМ на підприємстві обґрунтовано створення автономної служби екологічного менеджменту. Домінуючим завданням зазначеного підрозділу є забезпечення неухильного

виконання вимог природоохоронного законодавства та превентивна мінімізація ризиків виникнення суперечностей із державними контролюючими органами. Компетенція екологічної служби охоплює здійснення операційного контролю за станом довкілля, підготовку статистичної звітності щодо обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферу, скидів у водні об'єкти та поводження з відходами. Окрім того, фахівці підрозділу забезпечують оформлення відповідної дозвільної документації, розрахунок нормативних зборів за забруднення та розробку перспективних екологічних програм. Підсумовуючи, впровадження сучасної системи управління на засадах ISO 14000 є дієвим механізмом вирішення складних екологічних завдань як на рівні окремого підприємства, так і в межах загальнодержавних екологічних стратегій.

### **3.3 Проєктування зерносховищ**

Форму і розміри силосів вибираємо відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, будівельним матеріалом і способом проведення будівельних робіт [11, 19].

Для елеватора місткістю 7,0 тонн прийнято встановити силоси типу У з плоским дном діаметром 11,2 м. Обираємо силоси марки ВВК.16.12.В12 , місткістю 2355 т, виробництва AGI Frame [26].

Для силосів круглого перерізу приймаємо рядкове розташування. Вибираючи кількість рядів силосів, потрібно враховувати необхідну місткість елеватора, мінімальну кількість над- і підсилосних конвеєрів, а також форму і розміри ділянки будівництва.

Оскільки місткість елеватора складає 7000 т., то для забезпечення даного об'єму необхідно 3 силоси.

### **3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані**

Розміщення основного устаткування на планах поверхів монолітної робочої башти і визначення її розмірів [16].

Проектування планів поверхів робочої башти елеватора проводять у наступній послідовності:

- 1) вибір принципової схеми технологічного процесу проєктованого елеватора;
- 2) розміщення основного устаткування і вибір розмірів робочої башти елеватора в плані (М 1:100);
- 3) креслення планів поверхів робочої башти елеватора (М 1:200).

На сучасних елеваторах будь-якої ланки проєктують одноступінчасту схему технологічного процесу, у якій на автоматичні порціонні ваги надходить зерно з головок норій робочої башти.

Можливий ряд варіантів розміщення устаткування в робочій башті в плані (різноманітне проєктування):

На сучасних елеваторах слід установлювати ваги автоматичні порціонні (ВАП). Незалежно від кількості, їх установлюємо довгою віссю поперек робочої башти елеватора, або уздовж, тоді їхнє обслуговування буде зручніше;

Сепаратори звичайно розміщують на планах поверхів так, щоб їхні приймальні коробки були з боку вікон.

При розміщенні устаткування на планах поверхів робочої башти за різними варіантами необхідно враховувати: природну освітленість робочих місць; зручність його обслуговування;

Дотримання норм проходів від стін до відповідного устаткування (з урахуванням розміру 1/2 колони), між устаткуванням, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки.

Розміри встановлюваного устаткування приймаємо за каталогом нормалей устаткування. Користуючись каталогом і переліком устаткування, яке підлягає установці в робочій башті, його розміщують на планах поверхів за всіма можливими варіантами. Знаходять довжину і ширину кожного поверху робочої башти.

Розміри робочої башти елеватора в плані визначають за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини

серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора: головок норій, вагового, розподільчого і зерноочисних машин. Довжину і ширину робочої башти прийнято 6 м [16].

Далі аналізують кількість і призначення (над- і підсепараторні, приймальні і відпускні накопичувальні, оперативні) бункерів, які потрібно розмістити в робочій башті і для кожного варіанта показують їх на планах поверхів верхніх і нижніх бункерів.

Зробивши остаточний вибір розмірів робочої башти елеватора, приступаємо до креслення планів його поверхів.

При кресленні планів поверхів слід пам'ятати, що:

1) остаточні розміри робочої башти більші, ніж обумовлені розміщенням устаткування на виробничих поверхах, отже, проходи між машинами можуть бути більші нормативних;

2) кожному з норій бажано розміщати в одному бункері розміром 3×3 м, а не в двох суміжних, тому що заповнення їх зерном заборонено пожежними нормами;

3) норійні труби і самопливне устаткування не повинні порушувати цілісність балок;

4) об'єднання двох бункерів в один більшої місткості можна робити шляхом пропускних вікон розміром 500×1000 мм у суміжній стіні;

5) точки випуску зерна з верхніх бункерів визначаються місцем розміщення приймальних коробок сепараторів і насипних лотків відпускних конвеєрів.

Розміри зовнішніх колон на поверхах 600×600 мм.

### **3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП**

До розрахунку висот поверхів робочої башти і силосних корпусів проєктованого елеватора приступають після креслення їхніх планів у масштабі 1:200 на міліметровому папері [13–16].

Висоту кожного виробничого поверху робочої башти і силосного корпусу обчислюють по диктуючій лінії. Вона складається із суми висот: необхідних для монтажу устаткування; машини, встановленої на поверсі; вертикальної проєкції диктуючого самопливу, який подає на неї зерно; деталей самопливу (засувок, перекидних клапанів, секторів, введів, скидних коробок, насипних лотків і ін.) [13–16].

Висота встановлюваного на поверсі устаткування вибирається за каталогом, а деталей самопливів.

Висота, необхідна для монтажу й обслуговування встановленого на поверсі устаткування приймається за правилами.

Отримані значення висот виробничих поверхів робочої башти і силосного корпусу остаточно приймаємо 5 м.

Висоти поверхів надсепараторних, а також підсепараторних оперативних бункерів обчислюють після розрахунку висот виробничих поверхів робочої башти і силосних корпусів.

Висота поверху башмаків норій ( $H_{б.н.}$ ), якщо немає поперечних конвеєрів, розраховується як:

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м}, \quad (3.26)$$

де  $h_1$  — висота підставки під башмак, призначеної для зручності спорожнювання норії при завалі, м;

$h_2$  — відстань від нижньої крайки башмака до прийомного носка норії, м;

$h_3$  — висота введення самопливу в прийомний носок норії, м;

$h_4, h_6$  — висоти секторів, які входять у лінію, що диктує, м;

$h_5 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  — величина проєкції самопливу, що диктує, на вертикальну площину, м;

$h_7, h_8$  — висоти, обумовлені конструкцією скидальної коробки підсилосного конвеєра, м;

$h_9 = 0,5 \dots 0,6$  м — висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки підсилосного конвеєра.

$$H_{б.н.} = 0,2 + 0,1 + 1,0 + 0,7 + 0,3 + 0,5 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,6 = 4,3 \text{ м}$$

У висоту поверху башмаків норій (дод.3, вар. 2) можуть входити ще один чи два сектори.

Висота поверху контролю відходів, на якому встановлюються контрольні сепаратори або конвеєри, що виводять відходи із сепараторів основного очищення в цех відходів на підрібіток, не розраховується. Вона приймається рівною 3,6 м для збірних.

Висота поверху сепараторів основного очищення складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \text{ м}, \quad (3.27)$$

де  $h_1$  — висота розташування прийомної коробки сепаратора, м;

$h_2$  — висота введення самопливної труби в прийомну коробку, м;

$h_3, h_5$  — висоти секторів самопливної труби, м;

$h_4$  —  $a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  — величина проєкції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, м ( $\angle \alpha = 36^\circ$ );

$h_6$  — висота косоного патрубку під бункером, м;

$$H_c = 2,0 + 1,0 + 0,5 + 0,5 + 0,2 + 0,3 = 4,5 \text{ м}$$

Висоту поверхів зерноочисних машин приймаємо 5 м.

При установці норій перпендикулярно довгій вісі робочої башти висота поверху голівок норій складається:

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м}, \quad (3.28)$$

де  $h_1 = 0,5 \dots 0,6$  м — монтажна висота;

$h_2, h_3$  — висоти, обумовлені конструкцією норії, м;

$h_4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  — величина проєкції самопливу, що диктує і подає зерно в надваговий бункер, на вертикальну площину, м  $\angle \alpha = 45^\circ$ .

### 3.5.4 Визначення висоти підсилосного поверху

Висоту підсилосного поверху силосного корпусу зі збірних елементів приймати рівною 3 м.

### **3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів**

На елеваторі накопичувальні та оперативні бункери є ключовими елементами технологічної схеми, що забезпечують безперебійність і ефективність процесів прийому, очищення, сушіння та відвантаження зерна.

Приймальний бункер з автотранспорту є першою і однією з найважливіших ланок на елеваторі. Його основна функція – забезпечення швидкого і безперебійного розвантаження зерна, що прибуває на елеватор автомобілями, та передача його в технологічну лінію для подальшої обробки (очищення, сушіння, зберігання). Приймальний бункер є заглибленою в землю ємністю, розташованою безпосередньо під автомобілерозвантажувачем. Місткість приймального бункера приймаємо 30 т.

Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин.

$10 \text{ т/год} * 10 \text{ год} = 100 \text{ т}$ . Отже вибираємо до сушильні та після сушильні бункери FC-45 06/05, діаметром 5,46 м. виробництва AGI Frame [26]

Бункер відпуск на авто розраховуємо з того, щоб забезпечити загрузку зерна ще однієї машини, без подачі зерна на відпускний бункер, а це 100 т. Марка FC-45 05/08, виробництва AGI Frame [26]

Для тимчасового зберігання відходів приймаємо бункер з конусним дном, що забезпечує повне самопливне вивантаження вмісту, місткістю 25 т.

### **3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз**

Елеватором називають сучасне механізоване і цілком автоматизоване зерносховище модульного типу, яке призначене для приймання, очищення, сушіння, зберігання і відвантаження зерна.

Маршрут – це повністю механізована транспортна лінія, яка включає технологічне, вагове, транспортне, розподільче та самопливне обладнання і бункера, яка показує переміщення партій зерна із ємності, що випорожняється, до ємності, що наповнюється [13, 16].

Партія – це маса зерна, що переміщується по маршруту без його перебудови.

Перебудова маршруту – це зміна напрямку руху зерна, яка супроводжується пуском та зупинкою окремих машин, переміщенням скидаючих візків в нове положення, переміщення поворотних труб в нове положення, відкривання та закривання засувки перед чи після бункерів та силосів, зміною положення перекидного клапану.

Робоча схема руху зерна і відходів – це розгорнута принципова схема із зображенням усіх позицій схеми, із зазначенням нумерацій позицій, технічної характеристики обладнання і ємностей, рішенням взаємної ув'язки обладнання та ємностей, з приведенням таблиці ходів норій [13-16].

При експлуатації робоча схема руху зерна на ХПП дозволяє грамотно вести технологічний процес обробки зерна, даючи можливість найбільш раціонально організувати виробничі маршрути при максимальній ефективності процесу в цілому.

Схема виконується без масштабу. Величина зображуваних позицій визначається індивідуально з урахуванням насиченості схеми позиціями. У зображенні обладнання слід відображати його технологічну схему, не допускати надмірностей, враховувати відносні (по відношенню один до одного) розміри. Її будують за принципом послідовної обробки зерна в потоці від моменту його приймання до завантаження в силосу на зберігання. Технологічна схема на всіх етапах повинна включати кількісно-якісний облік. Ступінь гнучкості схеми повинна дозволяти виконувати одночасно всі види операцій, передбачені завданням по переміщенню зерна.

### **Опис схеми руху зерна і відходів на елеваторі**

На схемі-аркуші представлено 2 основні норії продуктивністю 50 т/год. Подача зерна на зберігання проводиться за допомогою скребкових конвеєрів. Попереднє очищення зерна проводиться на скальператорі А1-БЗО-50. Основне очищення проводять на сепараторі А1-БЦС-50 ( $Q = 50$  т/год). На схемі

встановлена зерносушарка «Agro Star», автоматизована та оснащена сучасним теплогенератором, що працює на природному газі (метані) або пропан-бутані. Теплогенератор має всі види захистів, забезпечує будь-який режим сушіння, абсолютно повне згорання палива і високу пожежобезпечність. Продуктивність зерносушарки  $Q = 10$  т/год. Розвантаження силосів відбувається за допомогою скребкового підсилосного конвеєра №2 марки КСЛ ( $Q = 50$  т/год). З подачею зерна на норії № 1 та №2 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год). Зберігання зерна на елеваторі проводиться за допомогою 3 силосів (№1-3), ємність кожного складає 2355 тонн, загальна 7065 тонн.

### **Приймання зерна з автомобільного транспорту**

Проводиться одним потоком. Приймальний потік включає в себе автомобілерозвантажувач марки АБС-50, приймальний бункер  $E = 25$  т, з якого зерно подається через скребкові конвеєра № 5 та №6 марки КСЛ ( $Q = 50$  т/год) до норії норій №1 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год). З норій № 1, №2 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год) зерно подається на попереднє очищення в скальператор А1-БЗО-50.

### Сухе зерно

Зерно в потоці приймання подається на основне очищення або на зберігання в силоси.

Зерно з приймального бункера (ПБ) поступає на норії НЦК-50 №1 №2 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год), з норій зерно через поворотний круг подається на попереднє очищення в скальператор А1-БЗО-50, після нього поступає на сепаратор А1-БЦС-50 ( $Q = 50$  т/год), сходом циліндричного сита отримують відходи, які самопливом подаються в бункер відходів БВ ( $E = 25$  т), відходи вивантажуються на автотранспорт, проходом сита отримують зерно очищене від грубих та дрібних домішок. Після очищення зерно самопливом подають на надсилосний скребковий конвеєр КСЛ-4 марки КСЛ-50 ( $Q = 50$  т/год), які в свою чергу можуть завантажувати той чи інший силос (С1; С2; С3).

### Вологе зерно

Зерно з приймального бункера (ПБ) поступає на норію НЦК-50 №1 №2 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год), з норій зерно через поворотний круг подається на попереднє очищення в скальператор А1-БЗО-50, після нього поступає на норію НЦК-50 №1 №2, після чого через поворотний круг зерно потрапляє в досушільний бункер ДС ( $E = 100$  т), який забезпечує безперервну роботу зерносушарки на протязі восьми годин.

З досушільного бункера зерно через конвеєр КСЛ-5 марки КСЛ-25 ( $Q = 25$  т/год), потрапляє на норію НЦК-25 №3 марки НЦК-25 яка в свою чергу подає зерно в зерносушарку «Agro Star» ( $Q = 10$  т/год), сухе зерно із зерносушарки потрапляє на норію НЦК-25 №4 марки НЦК-25 ( $Q = 25$  т/год), з норії зерно подається за допомогою самоплива в пілясушільний бункер ПС ( $E = 100$  т), з якого потрапляє на скребковий конвеєр КСЛ-6 марки КСЛ-50 ( $Q = 50$  т/год), з нього зерно потрапляє на норію НЦК-50 №1 або НЦК-50 №2 марки НЦК-50 ( $Q = 50$  т/год), яка через поворотний круг подає на зберігання в силоси за допомогою надсилосного скребкового конвеєра КСЛ-4.

### **Відпуск зерна на автомобільний транспорт**

Зерно із силосів (С1; С2; С3) подається на підсилосні скребкові конвеєра КСЛ-2 марки КСЛ-50 ( $Q = 50$  т/год), які в свою чергу подають зерно на основні норії НЦК-50 №1 та НЦК-50 №2. Із норій за допомогою поворотного круга зерно зважують на бункерних вагах ВАП-100, потім через самоплив подають на відпускний бункер на автотранспорт.

### **3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора**

Графо-аналітичний метод, що лежить в основі оперативного розрахунку зерносховищ – це метод, який дозволяє оцінити ефективність технологічного процесу, виявити диспропорції в ньому і впровадити наукову організацію праці на елеваторі [13, 16].

Він лежить в основі побудови зведених графіків, в яких планують обсяг і черговість операцій, що здійснюються протягом зміни або доби. У зв'язку з цим

розрізняють змінні і добові графіки. За своїм призначенням зведені графіки можуть бути проєктні та експлуатаційні.

Проєктні зведені графіки складають при розробці проєктів будівництва нових або реконструкції діючих елеваторів для найбільш напруженої доби роботи елеватора, тобто для доби, що характеризується максимальним (розрахунковим) обсягом роботи. Так перевіряють правильність виконаних розрахунків, вибору основного обладнання (транспортного, технологічного), прийнятно-відпускних пристроїв, кількості і місткості оперативних бункерів та гнучкості робочої схеми. При виявленні будь-яких недоліків є можливість внести в проєкт необхідні зміни.

Експлуатаційні зведені графіки складають для діючих елеваторів (виробничих дільниць ХПП) з метою здійснення аналізу ступеня завантаження основного транспортного, зерноочисного і зерносушильного устаткування, роботи прийнятно-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів. Експлуатаційні зведені графіки будують для доби максимальних обсягів роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш напружену зміну. Ці графіки дозволяють виявити так звані «вузькі місця» в РСРЗіВ, тобто обладнання, яке не справляється із заданими обсягами роботи, недостатність гнучкості робочої схеми, нестачу оперативних бункерів або їх місткості. Звичайно експлуатаційні графіки будують перед реконструкцією підприємства для визначення її основних напрямків.

### **3.8.1 Розрахунки для побудови зведеного графіка**

#### **Розрахунок зовнішньої роботи по прийманню зерна з автомобільного транспорту**

Маса зерна, що надходить у І-у зміну автотранспортом:

$$A_{n\text{IЗМ}}^{a\text{Iп.п}} = \beta_{\text{IЗМ}} \cdot a_{\text{I}} \cdot A_{\text{пд}}^a, \text{ т}, \quad (2.1)$$

$$A_{n\text{IЗМ}}^{a\text{Iп.п}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 170,63 = 85,32 \text{ т/добу};$$

де  $A_{n\text{д}}^a$  – добовий обсяг надходження зерна з автомобільного транспорту;

$\beta$  – частка зерна, що надходить у першу зміну ;

Так як приймальний потік тільки один, то треба розрахувати кількість надходження на нього автотранспортом у I зміну окремо сухого ( $A_{nIЗМ}^{сух}$ ) та волого і сирого зерна ( $A_{nIЗМ}^{вол}$ ):

$$A_{nIЗМ}^{сух} = A_{nIЗМ}^a \cdot \alpha_0, \quad (2.2)$$

$$A_{nIЗМ}^{вол} = A_{nIЗМ}^a \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4), \quad (2.3)$$

де  $\alpha_i$  – частки зерна різної вологості, що надходить автотранспортом. У відповідності із завданням приймаємо частки вологого і сирого зерна:  $\alpha_1 = 0,2$ ;  $\alpha_2 = 0,2$ ; та сухого зерна  $\alpha_0 = 0,6$ .

$$A_{nIЗМ}^{сух} = 85,32 \cdot 0,6 = 51,192 \text{ т (сухе зерно)}$$

$$A_{nIЗМ}^{вол} = 85,32 \cdot 0,4 = 34,128 \text{ т (вологе та сире зерно)}$$

Розраховуємо кількість партій сухого та вологого зерна, що надходить з автотранспорту

$$N_{пIЗМ}^{сух} = 51,192 / 30 = 1,71 \text{ т. (1 партія x 30 т + 1 x 12,66)} \quad (2.4)$$

$$N_{пIЗМ}^{вол} = 34,128 / 30 = 1,14 \text{ т. (1 партія x 30 т + 1 x 12,66)} \quad (2.5)$$

Розраховуємо продуктивність наповнення приймального бункера у першу зміну:

$$Q_{nIЗМ}^{Inna} = \frac{A_{nIЗМ}^{Inna}}{n_6 \cdot t_{зМ}}, \text{ Т/ГОД,} \quad (2.6)$$

де  $n_6$  – кількість одночасно заповнюваних приймально-накопичувальних (або приймальних) бункерів на одному приймальному потоці; у даному випадку, так як у схемі встановлено тільки один приймальний бункер (а приймально-накопичувальних – немає зовсім), приймаємо  $n_6 = 1$ ;

$t_{зМ}$  – кількість годин у змінах; приймаємо  $t_{зМ} = 8$  год.

$$Q_{nIЗМ}^{Inna} = \frac{85,32}{1 \cdot 8} = 10,67 \text{ Т/ГОД;}$$

Час наповнення приймального бункера в 1 зміну:

$$t_{nIЗМ}^{Inn} = \frac{60 \cdot E_{п6}}{Q_{nIЗМ}^{Inna}}, \text{ ХВ,} \quad (2.7)$$

де  $E_n$  – маса партії зерна, т; приймаємо масу партії, що дорівнює місткості приймального бункера:  $E_n = E_{пб} = 25$  т;

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини.

$$t_{н\ I\ зм}^{I\ nn} = \frac{60 \cdot 30}{10,679} = 168,7 \text{ хв};$$

Час надходження в приймальний бункер в 1 зміну неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_{н\ I\ зм}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 12,66}{10,65} = 71,2 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{н\ I\ зм}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 12,66}{10,65} = 71,2 \text{ хв.}$$

Розрахуємо час випорожнення приймального бункера ( $t_{в}^{\text{пб}}$ ).

Так як з приймального бункера зерно через конвеєри та норію №1, що мають паспортну продуктивність 50 т/год потрапляє безпосередньо на скальператор також з паспортною продуктивністю у 50 т/год.

Фактичну  $Q^{\phi}$  продуктивність обладнання визначаємо за формулою:

$$Q^{\phi} = Q^n \cdot K_{ін},$$

де  $Q^n$  – паспортна продуктивність обладнання, т/год;

$K_{ін}$  – коефіцієнт використання відповідного обладнання (приймаємо для всього обладнання 0,87);

$$t_{в}^{\text{пб}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q^{ск} \cdot K_{ін}^{ск}} \text{ хв.}, \quad (2.8)$$

$$t_{в}^{\text{пб}} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв}$$

Час випорожнення з приймального бункера неповних партій зерна:

$$\text{сухого } t_{в}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 12,66}{50 \cdot 0,85} = 17,9 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого } t_{в}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 12,66}{50 \cdot 0,85} = 17,9 \text{ хв.}$$

### **Розрахунок зовнішній роботи елеватора з відвантаження зерна на автомобільний транспорт**

Час заповнення відпускового бункера ( $t_{н}^{\text{вб}}$ )

$$t_{н}^{\text{вб}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{ін}} = 34,48, \quad (2.9)$$

де  $E_{\Pi}$  – маса партії зерна, що подається у відпускний бункер; звичайно дорівнює місткості самого бункера, т.

$$t_{\text{В}}^{\text{ВБ}} = \frac{60 \cdot 100}{50 \cdot 0,85} = 141,2 \text{ хв}$$

Час випорожнення відпусного накопичувального бункера ( $t_{\text{В}}^{\text{ВНБ}}$ )

$$t_{\text{В}}^{\text{ВНБ}} = \frac{60 \cdot E_{\Pi}}{Q_{\text{ВП}}} = \frac{60 \cdot E_{\Pi}}{A_{\text{ВП}}^a \cdot \Gamma} \quad (2.10)$$

$$t_{\text{В}}^{\text{ВБ}} = \frac{60 \cdot 100}{15,1} = 397,35 \text{ хв}$$

де  $Q_{\text{ВП}}$  – продуктивність відпусного потоку, т/год (дорівнює погодинному обсягу відпускання зерна на автотранспорт  $A_{\text{ВП}}^a = 15,1$ ).

### Розрахунок внутрішній роботи елеватора з очищення зерна

Час попереднього очищення зерна ( $t_{\text{оч}}^{\text{попер.}}$ ) буде дорівнювати часу випорожнення приймального бункера ( $t_{\text{н}}^{\text{ПСБ1}}$ ) і наповнення підскальператорного бункера.

$$t_{\text{оч}}^{\text{попер.}} = t_{\text{в}}^{\text{ПБ}} = \frac{60 \cdot E_{\text{н}}}{Q^{\text{ск}} \cdot K_{\text{ін}}^{\text{ск}}} \text{ хв.} \quad (2.11)$$

$$t_{\text{оч}}^{\text{попер}} = t_{\text{н}}^{\text{ПСБ1}} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Час попереднього очищення зерна неповних партій зерна

$$\text{сухого} \quad t_{\text{оч}}^{\text{попер}} = t_{\text{в}}^{\text{сух}} = \frac{60 \cdot 12,66}{50 \cdot 0,85} = 17,9 \text{ хв.}$$

$$\text{вологого} \quad t_{\text{оч}}^{\text{попер}} = t_{\text{в}}^{\text{вол}} = \frac{60 \cdot 12,66}{50 \cdot 0,85} = 17,9 \text{ хв.}$$

### Розрахунок внутрішній роботи елеватора з сушіння зерна

Час наповнення досушительного бункера партією зерна ємкістю приймального бункера, дорівнює часу випорожнення післясушительного бункера в і-ту зміну:

$$t_{\text{н}}^{\text{ДС}} = \frac{60 \cdot E_{\text{н}}}{Q^{\text{ск}} \cdot K_{\text{ін}}^{\text{ск}}} = t_{\text{в}}^{\text{ПБ}}$$

$$t_{\text{н}}^{\text{ДС}} = t_{\text{в}}^{\text{ПС1}} = \frac{60 \cdot 30}{15 \cdot 0,87} = 42,35 \text{ хв}$$

Так як випорожнення зерна з досушительного бункера здійснюється на зерносушарку та заповнення післясушительного бункера також здійснюється

зерносушаркою з продуктивністю її роботи, то час випорожнення з досушильного бункера ( $t_{\text{в}}^{\text{ДС}}$ ) партії зерна має дорівнювати часу сушіння цієї партії на зерносушарці ( $t_{\text{суш}}$ ) та часу її надходження (наповнення) у післясушильний бункер ( $t_{\text{н}}^{\text{ПС}}$ )

$$t_{\text{в}}^{\text{ДС}} = t_{\text{суш}} = t_{\text{н}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{\text{з/с}} / K_{\text{срзв}}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_{\text{з/с}}^{\text{ф.т}}};$$

де  $Q_{\text{з/с}}$  – продуктивність зерносушарки у планових тонах на годину;

$Q_{\text{з/с}}^{\text{ф.т}}$  – продуктивність зерносушарки в фізичних тонах на годину, яку розраховують наступним чином:

$$Q_{\text{фіз.т}} = Q_{\text{з/с}} / K_{\text{срзв}}$$

де  $K_{\text{срзв}}$  – середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарки при сушінні різних за вологістю партій зерна;

$$K_{\text{срзв}} = \frac{\alpha_1 \cdot K_1 + \alpha_2 \cdot K_2 + \alpha_3 \cdot K_3}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}$$

Частка зерна з вологістю 15...17 %, складає  $\alpha_1 = 0,1$  ( $K_1 = 0,76$ ) та частка зерна з вологістю 17...22 %  $\alpha_2 = 0,1$  ( $K_2 = 1,56$ ), тобто частка всього зерна, яке підлягає сушінню, дорівнює 0,7 від добового приймання. Тоді  $K_{\text{срзв}}^{\text{суш}}$  буде дорівнювати:

$$Q_{\text{з/с}}^{\text{ф.т}} = 10 / 0,93 = 10,75 \text{ фіз.т./год}, \quad (2.13)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{ДС}} = t_{\text{суш}} = t_{\text{н}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot 30}{10,75} = 167,44 \text{ хв} \quad (2.12)$$

Для неповної партії вологого зерна масою 12,66 тонн, що надходить з автотранспорту:

$$t_{\text{в}}^{\text{ДСнп}} = \frac{60 \cdot 12,66}{10,75} = 70,66 \text{ хв}$$

Так як випорожнення післясушильного бункера здійснюється через конвеєри на основну норію, то час його випорожнення ( $t_{\text{в}}^{\text{ПС}}$ ) розраховуємо з урахуванням її продуктивності

$$t_{\text{в}}^{\text{ПС}} = \frac{60 \cdot E_n}{Q_n \cdot K_{\text{ін}}};$$

де  $Q_n$  – паспортна продуктивність основної норії, т/год;

$K_{ін}$  – коефіцієнт використання норії на даній операції (приймаємо 0,87)

$$t_{В}^{ПС} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв}$$

Для неповної партії вологого зерна масою 12,66 тонн, що надходить з автотранспорту:

$$t_{В}^{ПСнп} = \frac{60 \cdot 12,66}{50 \cdot 0,85} = 17,9 \text{ хв}$$

### **Умовні позначення, прийняті на зведеному графіку**

ПО – подача сухого зерна в потоці приймання з автотранспорту на попереднє очищення;

ППО – забирання сухого зерна після попереднього очищення і подача його на основну очистку на сепаратор;

ПОО – забирання на зберігання у склади партії сухого очищеного на сепараторі зерна;

ПС – подача вологого та сирого зерна в потоці приймання з автотранспорту на попереднє очищення

ППС – забирання після попереднього очищення в потоці приймання з автотранспорту вологого та сирого зерна і подача його на сушіння;

ЗПС – партія просушеного на сушарці зерна, що направляється на очищення на сепараторі;

ЗПО – забирання на зберігання у склади партії просушеного і очищеного на сепараторі зерна;

ВА – подача зерна у відпускний бункер для відпуску на автотранспорт.

### **Маршрути виконання операцій з зерном на зведеному графіку:**

**(ПО):** приймальний потік з а/т (ПО) → приймальний бункер ПБ (ПО) → основні норії №1,2 (ПО) → скальператор БЗО (ПО, ППО) → основні норії №1,2 (ППО) → сепаратор СП (ЗППО) → надсилосний конвеєри

**(ПС):** приймальний потік (ПС) → приймальний бункер (ПС) → основні норії №1,2 → скальператор → основна норія №1 → досушительний бункер ДС (ППС) → зерносушарка ЗС (ППС, ЗПС) → післясушительний бункер ПС (СО) → основні норії №1 або №2 → сепаратор СП → основні норії №1 або №2 →

надсилосний конвеєри (ЗПО).

(ВА): підсилосні конвеєри (ВА) → основна норія №2 (ВА) → відпускний бункер ВБ (ВА) → відпускний потік (ВА).

### **Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій**

Про досконалість технологічної схеми на елеваторі та ефективність його роботи за змінами можна судити, аналізуючи зведений графік його роботи. Для характеристики роботи основних норій елеватора за графіком визначають показники:

- 1) коефіцієнт екстенсивного використання норій:

$$K_{\tau} = \frac{\Sigma T}{n \cdot t \cdot 60},$$

де  $\Sigma T$  - сумарний фактичний час роботи основних норій міні-елеватора, хв;

$n$  - число основних норій міні-елеватора;

$t$  - тривалість зміни або доби, год.

- 2) інтегральний коефіцієнт використання основних норій міні-елеватора:

$$K_Q = \frac{\Sigma E}{n \cdot t \cdot Q},$$

де  $\Sigma E$  - сумарна маса зерна, переміщена всіма основними норіями міні-елеватора за розглянутий проміжок часу, т;

$Q$  - паспортна продуктивність основних норій міні-елеватора, т/год..

3. середньозважений коефіцієнт використання основних норій міні-елеватора:

$$K_{\text{в сер.зв.}} = \frac{\Sigma E_1 \cdot K_1 + \Sigma E_2 \cdot K_2 + \dots + E_n \cdot K_n}{\Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + E_n},$$

де  $E_1, E_2, \dots, E_n$  — маса партій зерна, переміщена норіями при виконанні кожної з  $n$  запланованих операцій;

$K_1, K_2, \dots, K_n$  — коефіцієнти використання норій на цих операціях.

Таблиця 3.3 – Об'єми робіт міні-елеватора з витратами часу (т/хв)

Норії	ПО	ЗПО	ПС	ППС	ЗПС	ЗПО	ВА	Всього
	$K_{ин} = 0,87$	$K_{ин} = 0,9$	$K_{ин} = 0,87$	$K_{ин} = 0,9$	$K_{ин} = 0,9$	$K_{ин} = 0,9$	$K_{ин}=0,87$	
1	$\frac{1 \cdot 30 + 12,66}{1 \cdot 42,35 + 17,9}$	–	$\frac{1 \cdot 30 + 12,66}{1 \cdot 42,35 + 17,9}$				$\frac{241,97}{314}$	$\frac{327,29}{434,5}$
2		$\frac{1 \cdot 30 + 12,66}{1 \cdot 42,35 + 17,9}$	–	$\frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 42,35}$	$\frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 42,35}$	$\frac{2 \cdot 30}{3 \cdot 42,35}$		$\frac{222,66}{314,36}$
Всього	$\frac{42,66}{60,25}$	$\frac{42,66}{60,25}$	$\frac{42,66}{60,25}$	$\frac{60}{84,7}$	$\frac{60}{84,7}$	$\frac{60}{84,7}$	$\frac{241,97}{314}$	$\frac{549,95}{748,85}$

КП.ОНТУ.ТЗ:К.Гр.ТЗХ416

Арк.

Перевірку правильності побудови графіка проводять за формулою [13,14]

$$K_Q = K_t \times K_{в\text{ сер.зв.}} \quad (3.33)$$

Якщо рівність виконується або відмінність чисельних значень у правій і лівій частинах рівняння не більше 0,02, то зведений графік побудований вірно.

Коефіцієнт використання основної норії міні-елеватора за часом:

$$K_t = \frac{748,85}{2 \cdot 8 \cdot 60} = 0,78$$

Коефіцієнт використання основної норії міні-елеватора за продуктивністю:

$$K_Q = \frac{549,95}{2 \cdot 8 \cdot 50} = 0,69$$

Середньозважене значення коефіцієнта використання основної норії:

$$K_{в\text{ сер.зв.}} = \frac{42,66 \cdot 0,87 + 42,66 \cdot 0,9 + 42,66 \cdot 0,9 + 60 \cdot 0,89 + 60 \cdot 0,9 + 60 \cdot 0,9 + 241,97 \cdot 0,87}{42,66 + 42,66 + 42,66 + 60 + 60 + 60 + 241,97} = 0,89$$

Перевірка правильності побудови графіка:  $K_Q = 0,78 \times 0,89 = 0,694$

$$0,69 = 0,694$$

Перевірка показує, що графік побудований вірно, так як значення  $K_Q$  не більше припустимого  $\pm 0,02$  від коефіцієнтів  $K_t$  та  $K_{в\text{ ср}}$

Аналіз побудованого зведеного графіка дозволяє зробити наступні висновки:

- лінія приймання зерна з автотранспорту працює ефективно, так як приймальний потік працює безперервно та все зерно в потоці приймання проходить попереднє очищення на скальператорі;
- все сухе зерно своєчасно відправлено після попереднього очищення на зберігання;
- все вологе та сире зерна після попереднього очищення і відправлено на сушіння. Сушіння даних партій відбувається у наступну зміну;
- все обладнання справляється з заданими об'ємами робіт;
- відвантаження зерна на автомобільний транспорт виконано у заданому об'єми;

– основна норія працює з достатній ступеню ефективності, про що свідчать значення коефіцієнтів її використання за часом (0,78) та за продуктивністю (0,69).

Таким чином, можна зробити висновок про те, що все обладнання підібрано правильно.

### **3.9 Система управління роботою елеватора**

До автоматизованих об'єктів управління елеватора відносяться транспортні механізми і запірні пристрої, що забезпечують переміщення продукту з вихідної ємності в кінцеву, утворюючи технологічний маршрут.

Алгоритми управління маршрутом реалізують усю логіку управління електропроводами відповідних транспортних механізмів, машин, що направляють і запірних пристроїв при пуску маршруту, його роботі, технологічній і аварійній зупинці, включаючи захист і блокування, що запобігають розвиток аварійних ситуацій [27].

При зупинці маршруту вимикається механізм, що подає продукт (засувка), а після закінчення часу, достатнього для скидання продукту в бункер (силос) і звільнення всіх транспортерів, одночасно вимикаються всі інші механізми. Крім того, оператор має можливість зупинити транспорт «вручну», ґрунтуючись на показаннях приладу контролю завантаження норії [27].

Вимикання маршруту може здійснюватися автоматично залежно від рівня продукту в бункерах і силосах. При заповненні ємності відбувається зупинка маршруту по сигналу, що надходить від сигналізатора верхнього рівня. Така ж зупинка передбачена у випадку виходу з ладу аспіраційної мережі, після сходу продукту з механізмів [27].

При включенні механізму виробляється сигнал зворотного зв'язку цього механізму, без якого не може ввімкнутися наступний механізм по ходу технологічного ланцюжка. Таким чином, сигнали зворотного зв'язку кожного є як би блокувальними елементами, за допомогою яких кожний наступний

механізм групи заблокований з попереднім. При розриві цього блокування відбувається зупинка частини механізмів і виробляється сигнал аварії.

У всіх випадках виникнення аварійних режимів вказується причина аварії. Повідомлення про причину аварії виводиться на екран монітора й зберігається в протоколі роботі в пам'яті комп'ютера. При аварійній зупинці обладнання закриваються засувки під ємностями, з яких зерно надходить на маршрут, і зупиняються всі механізми по блокувальній залежності. Працюючі механізми відключаються через час, достатній для сходу продукту. Аспіраційні мережі відключаються через 30 секунд, після відключення всіх механізмів маршруту.

При аварійній зупинці аспіраційних мереж закриваються засувки під ємностями, з яких зерно надходить на маршрут. Механізми, що брали участь у роботі маршруту, залишаються в роботі й зупиняються після сходу продукту.

При переповненні ємностей, що завантажуються, видаються світловий і звуковий (2,0...3,0 сек.) аварійний сигнали, закриваються засувки під ємностями, з яких продукт надходить на маршрут. Усі механізми маршруту і аспіраційні мережі залишаються в роботі. Рішення про зупинку ухвалюється оператором.

При спрацьовуванні датчика підпору в головці норій, із затримкою часу у 5 секунд, припиняється подача продукту на механізми маршруту й відключається привод норій.

Опис схеми лінії приймання вологого і сирого зерна (рис. 3.3) з автомобільного транспорту: із приймального бункера (1Б) зерно надходить на стрічковий конвеєр (СК1), яким воно подається на башмак основної норії (Н1) яка подає його ланцюговим конвеєром (ЛК2) в силоси для активного вентильовання СМВУ №1-2 чи в досушільний силос ДС.

У схемі даного маршруту застосовані наступні засоби автоматизації: встановлено два датчики рівня зерна – у приймальному (1а, 2а), та досушільному (3а, 4а) бункерах; у башмаку норій, для попередження їх переповнення, також є датчик рівня зерна 5а (котрий ще називають датчиком підпору); конвеєри та норія мають приводні пристрої з двигунами – 9а, 10а, 11а, а також реле контролю швидкості (руху) – 12а, 13а, 14а відповідно. Під приймальним та досушільним

бункерами та на ланцюговому конвеєрі є пневмозасувки з виконавчими механізмами і датчиками положення (за допомогою яких встановлюють положення засувки «відкрито» або «закрито») – 6а, 7а, 8а. Також є перекидний клапан з виконавчим механізмом і датчиками положення – 15а, 16а (так як і у засувок). На головці норії встановлений амперметр для вимірювання сили току (рівня навантаження на норію) – 17а.

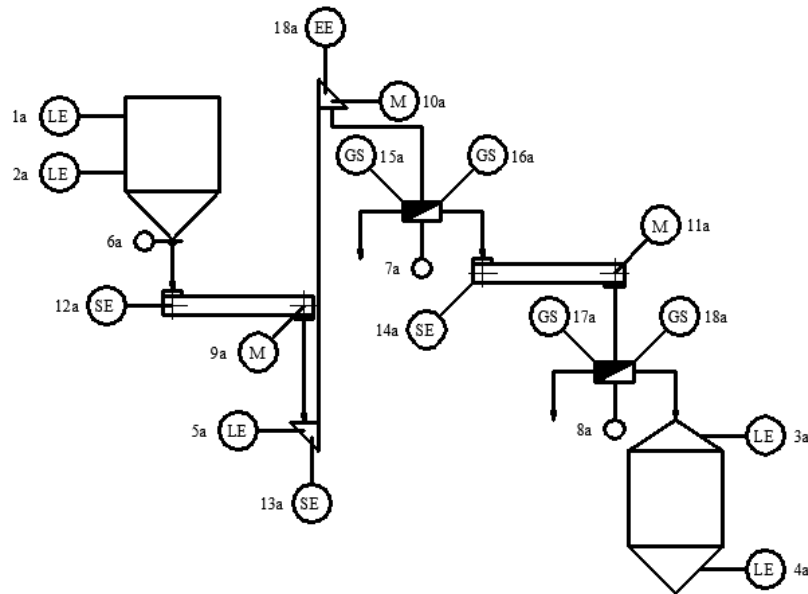


Рисунок 3.3 - Скелетна схема маршруту руху зерна при прийманні його з автотранспорту із засобами автоматизації

Пуск механізмів здійснюється після подачі попереджувального сигналу дзвоником НА2, розташованому по місцю. Аварійна сигналізація подається дзвінком НА1, розташованим на щиті пульту управління.

Для контролю рівня зерна у приймальному бункері передбачаються два датчика рівня 1а–2а (прибори на місці – сигналізатори рівня 1б–2б, на пульті встановлюються лампочки НЛ1–НЛ2, включення яких свідчить про досягнення певного рівня зерна в бункері). У досушільному бункері також встановлено два датчика рівня 3а–4а (прибори на місці – сигналізатори рівня 3б–4б, на пульті встановлюються лампочки НЛ3–НЛ4). На башмаку норії передбачений датчик підпору зерна – 5а (прибор на місці – сигналізатор рівня 5б, на пульті встановлена лампочка НЛ5).

Управління пневмозасувками здійснюється як з пульта управління (на пульті встановлюються кнопки ручних перемикачів 6а–8а і лампочки HL6–HL8, включення яких свідчить про положення «Відкрито» або «Закрито»), так і по місцю – за допомогою кнопок керування (6б–8б) і виконавчого механізму (6в–8в).

Норією Н1 зерно може подаватися за двома різними напрямками за допомогою перекидного магнітного клапану, що управляється як і засувки – з пульта управління, на якому встановлюється кнопка ручного перемикача 7а і дві лампочки HL15–16, включення яких свідчить про його положення).

Пуск обладнання (стрічкового конвеєра, норії та ланцюгового конвеєра) може здійснюватися по місцю кнопками керування 9б-11б за допомогою магнітних пускачів 9в–11в, а також із пульта оператора. На пульті встановлюються кнопки ручних перемикачів 9а–11а і лампочки HL9-HL11, включення яких свідчить про стан вищезазначеного обладнання (працює або ні).

На норії та конвеєрах встановлені датчики швидкості (тобто реле контролю швидкості) 12а-14а. Відхилення від нормованих показників фіксується вторинними приладами (сигналізаторами швидкості) 12б-14б і сигналізується загоранням лампочок HL12- HL14 на щиті оператора.

Робота норії контролюється за допомогою амперметра 17б, розташованому на щиті з мнемосхемою технологічного процесу (на пульті управління), а він отримує сигнал від датчиків току 17а встановленого за місцем. Показання амперметра свідчать про величину поданого на норію навантаження.

Сигнал зворотного зв'язку з датчиків рівня зерна, реле контролю швидкості передається до мікропроцесорного контролера (МПК), а з нього сигнал автоматичного управління передається з кнопок керування засувками, перекидним клапаном та двигунами обладнання, встановленими на пульті, до їх виконавчих механізмів. Сигнал автоматичного управління з МПК передається і на дзвоники подачі попереджувального сигналу НА2 та аварійної сигналізації НА1.

(LE)	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру <b>рівня</b> , установлений на місці. Наприклад, датчик електричного або <u>місткісного</u> рівнеміра (тобто датчик підпору або датчик рівня)
(SE)	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру <b>швидкості</b> , установлений на місці. Наприклад, датчик реле контролю швидкості
(WE)	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру <b>маси</b> , установлений на місці (тобто – датчик маси)
(GS)	Контактний пристрій (кінцевий вимикач), установлений по місцю. Наприклад, кінцевий вимикач для зупинки в заданому положенні розподільчої труби
(M)	Електродвигун
—○	Виконавчий механізм. Загальне позначення
(LSA)	Сигналізатор рівня
(HS)	Ручний перемикач
(H)	Апаратура, призначена для ручного дистанційного керування (включення, виключення двигуна; відкриття, закриття замкового пристрою, зміна завдання регулятора). Сигналізатор швидкості
(SSA)	Магнітний пускач
(NS)	Сигнальна лампа
⊗	Електричний дзвоник
⇒	Показання та інтегрування маси, регістратор встановлений по місту
(WQI)	Первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру <b>сили току</b> , установлений по місцю (датчик току)
(EE)	Амперметр для виміру навантаження на норію
(EI)	(встановлюють на щиті з мнемосхемою)

Рисунок 3.4 – Умовні позначення приладів і засобів автоматизації

## Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 4.1 Заходи для економії електроенергії та енергозбереження

За проектом будівництва електропостачання підприємства буде здійснюватися від районної енергосистеми з напругою 10 кВ з частотою змінного струму 50 Гц від окремої електричної трансформаторної підстанції з силовими трансформаторами типу ТМ.

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися конденсаторними установками.

У відповідності з проектом будівництва електропостачання підприємства буде здійснюватися від двох незалежних джерел енергії основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а на електричній підстанції буде встановлено два силових трансформатори.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства здійснюється трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною напругою 220 В 50 Гц.

Задачею теперішнього розрахунку є визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції, вибір потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також переріз і тип кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства.

### 4.2 Визначення розрахункової активної і реактивної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого споживання електроенергії за формулою [28, 29]:

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Вакульчук Р.М						
Керівник		Соколовська О.Г.					64	10
Консультант		Штепа Є.П.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ЕЛ}}{T_{МАХ}}, \quad (4.1)$$

де  $P_P$  – розрахункова активна потужність підприємства, кВт;

$W_{ПИТ}$  - питома витрата електроенергії для обробки 1 т зерна складає

$W_{ПИТ} = 18 \dots 30$  кВт год/т, приймаємо  $W_{ПИТ} = 30$  кВт·год /т;

$M_{ЕЛ}$  – місткість елеватора,  $M_{ЕЛ} = 7000$  т;

$T_{МАХ}$  – кількість годин використання підприємством розрахункової активної потужності на протязі року для елеваторів складає  $T_{МАХ} = 3000 \dots 5000$  год, приймаємо  $T_{МАХ} = 3000$  год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ЕЛ}}{T_{МАХ}}, \quad (4.2)$$

$$P_P = \frac{30 \cdot 7000}{3000} = 70,0 \text{ кВт.}$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання:

$$P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P, \quad (4.3)$$

Тоді

$$P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 70,0 = 7,0 \text{ кВт.}$$

### 4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2}, \quad (4.4)$$

де  $Q_P$  – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.5)$$

де  $\operatorname{tg} \varphi$  – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності  $\cos \varphi$  підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (4.6)$$

для елеваторів  $\cos \varphi = 0,80$ ,

тоді

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,80) = 0,75,$$

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 70,0 \cdot 0,75 = 52,5 \text{ квар.}$$

Потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (4.7)$$

де  $Q_E$  – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_P + P_{OCB}). \quad (4.8)$$

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (70,0 + 7,0) = 23,1 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 52,5 - 23,1 = 29,4 \text{ квар.}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності [24, 25] з умови:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} \geq Q_K. \quad (4.9).$$

Таблиця 4.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номінальна напруга $U_{\text{ном}}$ , кВ	Номінальна потужність $Q_{\text{ном}}$ , квар	Номінальна ємність $C_{\text{ном}}$ , мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК1-0,4-36-3У3	0,4	36	263	1	30

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}},$$

де  $n$  – кількість компенсуючих пристроїв,  $n = 1$ ;

$Q_{\text{ном}}$  – номінальна потужність компенсуючого пристрою,  $Q_{\text{ном}} = 36$  вар.

Тоді:

$$\sum Q_{K \text{ ном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} = 1 \cdot 36 = 36 \text{ квар} > Q_K = 29,4 \text{ квар,}$$

тобто умова (4.9) виконується.

Повна потужність трансформаторної підстанції складає:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{K \text{ ном}})^2} = \sqrt{(70,0 + 7,0)^2 + (48,8 - 36)^2} =$$

78,1 кВ·А.

Потужність одного трансформатора  $S_{TP}$  повинна забезпечувати навантаження не менш ніж 60...80% повної потужності ТП  $S_{ТП}$  і складає [27, 28]:

$$S_{TP} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{ТП}, \quad (4.10)$$

тоді

$$S_{TP} = 0,7 \cdot 78,1 = 54,7 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Вибираємо [28, 29] тип силового трансформатора з умови:

$$S_{TP \text{ НОМ}} \geq S_{TP}. \quad (4.11)$$

Таблиця 4.2 Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$ , кВ А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, $U_k\%$
		Первинне	Вторинне		холостог о ходу, $P_x$	коротког о замиканн	
ТМ63/10-0,4	63	10	0,4	2,2	0,26	1,28	4,5

Тоді:

$$S_{TP \text{ НОМ}} = 63 \text{ кВ}\cdot\text{А} \geq S_{TP} = 54,7 \text{ кВ}\cdot\text{А},$$

тобто умова (4.11) виконується.

#### 4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності

За графіком добового навантаження елеватора [28-29], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{ЗТ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (4.12)$$

де  $K_{ЗТ}$  – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

$S_i$  – навантаження ТП на  $i$ -тій ділянці часу, %;

$t_i$  – тривалість  $i$ -тої ділянки часу, год.

Тоді:

$$K_{ЗТ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 6 + 30 \cdot 2 + 100 \cdot 4 + 70 \cdot 2 + 80 \cdot 4 + 50 \cdot 6}{24 \cdot 100} = 0,61.$$

Максимальна потужність навантаження підприємства з 8 до 12 годин ( $t_{M1} = 4$  год.) для ранкового часу, та для вечірнього часу з 14 до 18 годин ( $t_{M2} = 4$  год.), тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу:

$$t_M = t_{M1} + t_{M2} = 4 + 4 = 8 \text{ год.}$$

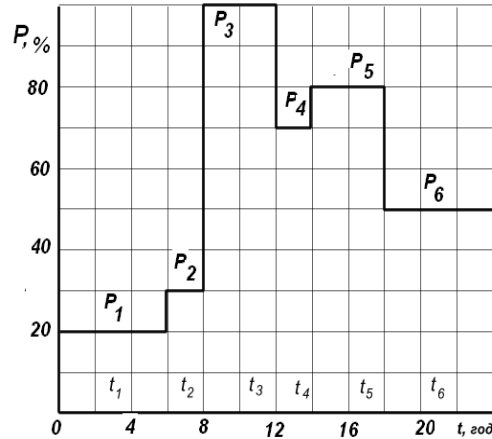


Рисунок 4.1 - Графік добового навантаження елеватора

Визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора  $K_{ДП}$  з графіку допустимих перевантажень силового трансформатора (рис. 4.2):

$$K_{ДП} = 1,15 \text{ при } K_{ЗТ} = 0,61 \text{ та } t_M = 8 \text{ год.}$$

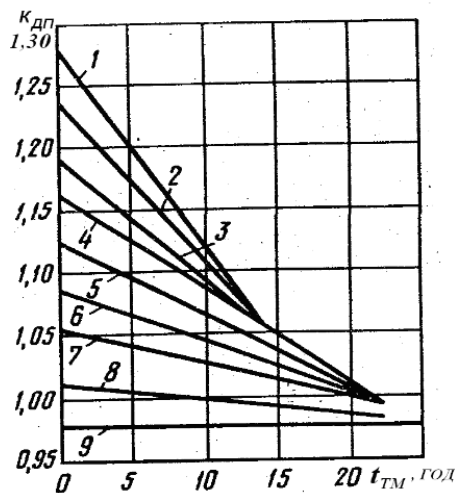


Рисунок 4.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів  $K_{ДП}$ : 1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складає:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (4.13)$$

де  $S_{ТП}$  – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;  
 $K_{ДП}$  – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

Тоді:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{78,1}{2 \cdot 1,15} = 34,0 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Уточнимо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності.

Таблиця 4.3. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$ , кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, $P_X$	короткого замикання, $P_K$	
ТМ40/10-0,4	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

Таким чином, урахуваючи допустиме перевантаження трансформаторів, потужність кожного з них може бути знижена від 63 кВ·А до 40 кВ·А.

#### 4.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (4.14)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (4.145)$$

де  $\Delta P_X$ ,  $\Delta P_K$  – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з табл. 4.3, кВт;

$K_E$  – коефіцієнт економічного еквіваленту реактивної потужності, він залежить від потужності енергосистеми РЕС, він звичайно складає:

$K_E = 0,05$  кВт / квар;

$\Delta Q_X$  – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (4.16)$$

$\Delta Q_K$  – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (4.17)$$

тоді 
$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{40 \cdot 3,0}{100} = 1,20 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{40 \cdot 4,5}{100} = 1,80 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X = 0,19 + 0,05 \cdot 1,20 = 0,25 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K = 0,88 + 0,05 \cdot 1,80 = 0,97 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно виправдано відключати від паралельної роботи один з двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (4.18)$$

де  $S_{НОМ}$  – номінальна потужність одного трансформатора, кВт·А.

Тоді: 
$$S_{ЕК} = 40 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{0,25}{0,97}} = 28,7 \text{ кВт} \cdot \text{А}.$$

Коефіцієнт навантаження двох трансформаторів  $m = 2$  при цьому складає:

$$S \% = \frac{S_{ЕК}}{m \cdot S_{НОМ}}, \quad (4.19)$$

Тоді: 
$$S \% = \frac{S_{ЕК}}{m \cdot S_{НОМ}} = \frac{28,7}{2 \cdot 40} \cdot 100 = 37,0\%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж  $S \% = 37,0\%$  один з трансформаторів можна відключити.

З графіку добового навантаження (рис. 4.1) робимо висновок, що на протяжці доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу  $\sum t = 8$  годин, що складає:

$$\Delta T_{МАХ\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (4.20)$$

тоді: 
$$\Delta T_{МАХ\%} = \frac{8}{24} \cdot 100 = 33,3\%.$$

При цьому тривалість використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться і складає:

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \cdot \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (4.21)$$

тоді: 
$$T'_{MAX} = 3000 \cdot \frac{100 - 33,3}{100} = 2000 \text{ год.},$$

де  $T_{MAX}$  – річний фонд годин роботи підприємства, для елеватора приймаємо

$$T_{MAX} = 3000 \text{ год.}$$

#### 4.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП без компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (4.22)$$

де  $S_P$  – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності,  $S_P = S_{ТП} = 72,6 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ :

$$I_P = \frac{78,1 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 120,9 \text{ А.}$$

З літератури [28, 29] знаходимо стандартний переріз жил кабелю  $S_K = 25 \text{ мм}^2$ , марка кабелю: АВРГ- чотирижильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією, кабель прокладений у землі  $I_{ДОП} = 125 \text{ А}$ .

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_O)}{U_{НОМ}^2} \cdot R_L, \quad (4.23)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_K}, \quad (4.24)$$

де  $\rho$  – питомий погонний опір алюмінію,  $\rho = 0,032 \text{ Ом мм}^2/\text{м}$ ;

$L$  – довжина кабелю,  $L = 70 \text{ м}$ ;

$S_K$  – переріз жил кабелю,  $S_K = 70 \text{ мм}^2$ .

Тоді:

$$R_L = 0,032 \cdot \frac{70}{70} = 0,032 \text{ Ом,}$$

$$\Delta U_P \% = \frac{10^5 \cdot (70,0 + 7,0)}{380^2} \cdot 0,032 = 1,7\%.$$

Допустима втрата напруги  $\Delta U_{ДОП} \% = 5,0\%$ , тоді умова  $\Delta U_{ДОП} \% \geq \Delta U_P \%$  виконується:

$$\Delta U_{ДОП} \% = 5,0\% \geq \Delta U_P \% = 1,7\%.$$

#### 4.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складає:

$$W_A = (P_P + P_{ОСВ}) \cdot T_{МАХ}, \quad (4.25)$$

$$W_A = (70,0 + 7,0) \cdot 3000 = 231000 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A, \quad (4.26)$$

де  $d_0$  – тариф на електроенергію,  $d_0 = 2,64$  грн./кВт·год.,

тоді:  $S_0 = 2,64 \cdot 231000 = 609840$  грн.

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу  $T_{МАХ}$ :

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{МАХ} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу  $T'_{МАХ}$ :

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P_K \cdot T'_{МАХ} = 2 \cdot 0,88 \cdot 2000 = 3520 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{ОСВ} = \frac{k}{a} \cdot P_O \cdot T_{МАХ} = \frac{0,63}{0,46} \cdot 7,0 \cdot 3000 = 28761 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{ОСВ} = k \cdot P_O \cdot T_{МАХ} = 0,63 \cdot 7,0 \cdot 3000 = 13230 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

де  $k$  – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня у середнедобове,  $k = 0,63$ ;

$a$  – коефіцієнт, що враховував економію електроенергії люмінесцентними лампами, для ламп розжарювання  $a = 0,46$ .

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4. Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Трансформатори	$W_{TP} = 5820$	$W'_{TP} = 3520$	$\Delta W_{TP} = 2300$
Освітлення	$W_{OCB} = 28761$	$W'_{OCB} = 13230$	$\Delta W_{OCB} = 15531$
Всього			$\Delta W = 17831$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає  $\Delta W = 17831$  кВт·год, а річна вартість економії електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 2,64 \cdot 17831 = 47074 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{47074}{609840} \cdot 100 = 7,72\%$$

від річної вартості електроенергії  $S_0 = 609840$  грн.

Реалізація комплексу технічних рішень, що включає компенсацію реактивної потужності, оптимізацію роботи силових трансформаторів (зменшення їх номінальної потужності та виведення одного з них в резерв у періоди мінімальних навантажень), а також раціональний підбір перерізу кабелів та модернізацію системи освітлення (перехід на люмінесцентні лампи), дозволила досягти річного економічного ефекту в розмірі  $\Delta S_0 = 47074$  грн/рік. Це становить  $\Delta S\% = 7,72\%$  від загальних річних витрат на електроенергію.

## Розділ 5. РОЗРАХУНОК АСПІРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 5.1. Мета і завдання аспіраційних установок

Оскільки технологічні процеси переробки зерна неминуче супроводжуються інтенсивним пиловиділенням, роль вентиляційних систем на таких підприємствах є критично важливою.

Технічно ці установки є комплексом спеціалізованого обладнання, до якого входять вентилятори, мережі повітропроводів, фільтри-знепилювачі тощо. Вони об'єднані в єдину систему для забезпечення ефективного повітрообміну шляхом керування повітряними потоками як у межах будівель, так і в локальних зонах (каналах, бункерах, кожухах механізмів).

Аспірація (від лат. *aspiratio* — вдихання) на зернопереробних підприємствах — це комплекс заходів та технічних засобів, спрямованих на видалення запиленого повітря з-під укриттів технологічного і транспортного обладнання. Основною метою є створення розрідження в робочих зонах машин, що запобігає виділенню пилу у виробничі приміщення [30-32].

Головними завданнями системи є:

- забезпечення санітарних норм чистоти повітря для персоналу;
- підтримка технологічних і транспортних процесів;
- запобігання вибухам пилоповітряних сумішей та пожежам.

Суть процесу аспірації полягає у відборі запиленого повітря безпосередньо від виробничого обладнання. Це досягається шляхом створення розрідження (вакууму) всередині кожухів машин, що унеможливорює викид пилу в приміщення. Надійна аспірація зерносховищ — запорука безпеки та ефективності. Утримуючи концентрацію пилу в нормі, ви захищаєте обладнання від зносу, а працівників – від шкідливих умов праці, забезпечуючи стабільність усього виробничого процесу

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0тис.тон у Дніпропетровській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					74	14
Консультант		Гончарук Г.А.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

## **5.2. Принципи компонування аспіраційних мереж**

При проектуванні аспіраційних установок на зернопереробних підприємствах необхідно керуватися п'ятьма базовими принципами. Їх дотримання забезпечує не лише ефективне знепилення, але й надійність роботи обладнання, економію енергоресурсів та пожежовибухобезпеку.

### **5.2.1. Технологічний принцип**

Цей принцип передбачає об'єднання в одну аспіраційну мережу обладнання, що виділяє пил, однорідний за якістю та цінністю.

**Розділення потоків:** Необхідно чітко розмежовувати аспірацію зерноочисного відділення (мінеральний та органічний пил, що йде у відходи) та розмелювального відділення (мучний пил, який є цінним продуктом). Змішування цих видів пилу призводить до зниження сортності готової продукції.

**Якість відходів:** Пил з аспіраційних мереж, що містить кормові продукти, повинен повертатися у відповідні технологічні потоки, а не змішуватися з некормовими відходами.

### **5.2.2. Принцип одночасності роботи**

Найважливіший принцип для енергоефективності. В одну мережу слід об'єднувати лише ті машини та транспортні механізми, які працюють одночасно згідно з технологічним графіком.

**Стабільність режиму:** Це забезпечує сталість аеродинамічного режиму роботи вентилятора та мережі загалом. Відключення частини машин у спільній мережі призводить до дисбалансу повітряних потоків та осідання пилу в повітропроводах.

**Економія енергії:** Дозволяє вимикати аспіраційну установку при зупинці технологічної лінії, уникаючи "холостої" роботи потужних вентиляторів.

### **5.2.3. Принцип спрощення трас повітропроводів**

Мережа повинна бути максимально простою, короткою та мати мінімальний аеродинамічний опір.

**Геометрія мережі:** Слід уникати зайвих поворотів, перегинів та довгих горизонтальних ділянок, де можливе залягання пилу. Обладнання, що

знаходиться поруч, доцільно об'єднувати в одну систему (за умови дотримання інших принципів).

Розташування вентилятора: Вентилятор необхідно встановлювати якомога ближче до обладнання з найбільшим опором або по центру магістралі при значній її довжині.

#### **5.2.4. Принцип експлуатаційної надійності та автоматизації**

Компонування повинно гарантувати безперебійну роботу та легкість обслуговування.

Вертикальне групування: Для підвищення надійності транспортування пилу краще об'єднувати обладнання, розташоване по вертикалі (на різних поверхах), а не рознесене горизонтально на великі відстані.

Зручність автоматизації: Логіка побудови мережі має відповідати системі автоматичного керування підприємством, щоб аспірація вмикалася та вимикалася синхронно з технологічним обладнанням (з випередженням пуску та затримкою зупинки).

#### **5.2.5. Температурний принцип**

В одну мережу слід об'єднувати обладнання з однаковою температурою та вологістю повітря, що відсмоктується.

Запобігання конденсації: Змішування теплого вологого повітря (наприклад, від сушарок або грануляторів) з холодним повітрям призводить до конденсації вологи на стінках повітропроводів. Це спричиняє налипання пилу, забивання мережі та корозію металу.

#### **5.2.6. Конструктивні вимоги до компонування мереж**

При проектуванні трас та підключенні обладнання необхідно дотримуватися наступних технічних вимог, перевірених практикою експлуатації елеваторів:

1. Кути нахилу: Повітропроводи повинні прокладатися під кутом не менше  $60^\circ$  до горизонту для запобігання осіданню пилу. Швидкість повітря в горизонтальних ділянках (якщо їх неможливо уникнути) має бути в межах 14...18 м/с.

2. Використання самопливів: Матеріалопроводи (самопливи) можна використовувати як аспіраційні канали. Для зниження пилоутворення кут нахилу самопливів має бути  $36^\circ \dots 54^\circ$ , а кінцева швидкість зерна не перевищувати 4 м/с (за рахунок використання гальмівних пристроїв).

3. Байпаси: Обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) обов'язково повинно з'єднуватися повітропроводами перетоку повітря (байпасами) для вирівнювання тиску. Площа перерізу байпаса має бути не меншою за площу труби діаметром 300 мм.

4. Укриття як повітропроводи: Протяжні укриття транспортного обладнання (короби норій, ланцюгових та шнекових конвеєрів) доцільно використовувати як повітропроводи аспіраційної системи, що спрощує монтаж.

5. Вибухобезпека: У трубопроводах аспірації машин ударної дії та норій необхідно передбачати легкоскидні конструкції (вибухорозрядники) для виводу вибухової хвилі за межі приміщення.

6. Розміщення обладнання: Вентилятори та фільтри слід розташовувати у доступних для обслуговування місцях. Бункери для збору пилу (некормового) рекомендується виносити за межі основних виробничих приміщень.

### **5.3. Розрахунок аспіраційного обладнання**

#### **5.3.1 Аспірація норій НЦК-50 №1 та №2 ( $Q=50$ т/год).**

Норія є джерелом підвищеного пилоутворення, особливо в місцях завантаження (башмак) та розвантаження (головка). Для аспірації норій доцільно використовувати локальні фільтри вертикального типу, що встановлюються безпосередньо на норійні труби або поруч.

Значення витрат повітря на аспірацію башмака норії:  $Q_n = 500 \text{ м}^3/\text{год}$  і втрати тиску в ньому  $H_n = 50 \text{ Па}$ .

Загальна кількість повітря яке необхідно очистити визначається як сума повітря яке відбирається від всіх машин та розраховується за формулою:

$$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_{TO}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

де  $Q_{TO}$  – кількість повітря, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання з метою утворення в ньому необхідного розрідження. [33], м<sup>3</sup>/год.

$$Q_{\phi} = 1,05 * 500 = 525 \text{ м}^3/\text{год} = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По  $Q_{\phi}$  вибираємо необхідний типорозмір фільтра марки ZEO-FV-800 Технічні данні фільтра наведені в табл. 5.1.

Розрахункову площу поверхні тканини фільтрів  $F_{\phi p}$  визначають за формулою:

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2, \quad (5.2)$$

де  $q$  – напруженість тканини фільтра (м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с) розрахункова, яка визначається за формулою:

$$q = Q_{\phi} \cdot F_{\phi}^{-1}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (5.3)$$

де  $F_{\phi}$  – площа поверхні фільтрувальної тканини, м<sup>2</sup>,

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики фільтрів ZEO-FV-800

Характеристики	Значення
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	800
Опір, Па	700
Площа фільтрувальної поверхні, м <sup>2</sup>	4
Об'ємспоживаного повітря, л/хв	50-60
Вага, кг	100
Тип тканини	Поліестер PES +BS006
Коефіцієнт динамічного навантаження	1,2

$$q = 0,15/4 = 0,0375 \approx 0,04, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с};$$

$$F_{\phi p} = 0,1/0,04 = 2,5 \text{ м}^2.$$

Опір аспіраційної мережі зображеної на рис. 5.1 визначається по формулі:

$$H_{\text{мер}} = H_m + H_{\phi} + H_{y\delta}, \text{ Па}, \quad (5.4)$$

де  $H_m$  – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), додаток;  
 $H_{y\delta}$  – витрати тиску на удар (вихід повітря).

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FV користуємось узагальненою формулою:

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па}, \quad (5.5)$$

де  $A$  і  $B$  – коефіцієнти заводу виробника:  $A = 670$ ,  $B = 360$ ;

$Q_{\phi}$  – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,15^2 = 678,1 \text{ Па}$$

При встановленні вихідного дифузора, як показано на рис. 5.3 втрати тиску на удар  $H_{y\delta}$  розраховують за формулою:

$$H_{y\delta} = H_{дин} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.6)$$

де  $H_{дин}$  – динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

$$H_{дин} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.7)$$

$$H_{дин} = \frac{1,2 \cdot 15^2}{2} = 135$$

$$n - \text{відношення } F_{вих} \text{ до } F_{тр} \left( \frac{\pi D_1^2}{4} / \frac{\pi D^2}{4} \right). \quad (5.8)$$

$$H_{y\delta} = 135 \left( \frac{1}{2} \right)^2 = 33,75 \text{ Па.}$$

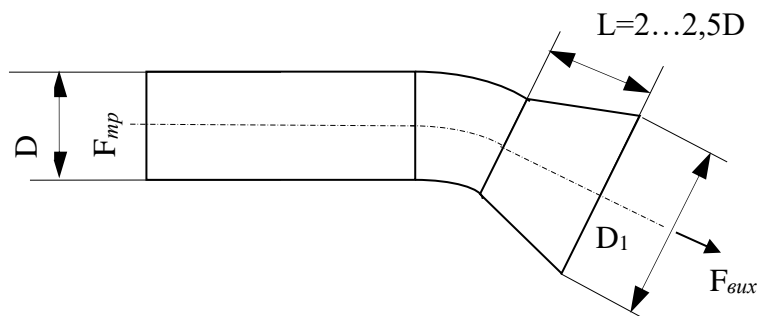


Рисунок 5.1 - Схема дифузора на виході

$$H_{мер} = 50 + 678,1 + 33,75 = 761,85 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}}, \text{ Па}; \quad (5.9)$$

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot 761,85 = 838,04 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор приймаємо:

$$Q_{\epsilon} = Q_{\phi}, \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\epsilon} = 525 \text{ м}^3/\text{год.}$$

За аеродинамічними параметрами  $Q_{\epsilon}$  і  $H_{\epsilon}$  вибираємо вентилятор марки ВР 200-28-2,5

Число обертів вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик  $Q_{\epsilon}$  і  $H_{\text{мер}}$ , а необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}, \quad (5.10)$$

де  $\eta_{\epsilon}$  – ККД вентилятора;

$\eta_{\text{пер}}$  – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$  – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N = \frac{0,15 \cdot 838,04}{1000 \cdot 0,79 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Фактичну потужність електродвигуна  $N_y$  визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт}, \quad (5.11)$$

Для електродвигунів потужністю до 5 кВт  $K_3=1,15$ .

$$N_y = 1,15 \cdot 0,9 = 0,135 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

За розрахунками приймаємо електродвигун АИР 63А6 потужністю 0,18 кВт і частотою обертання 1000 об/хв.

### 5.3.2. Аспірація сепаратора А1-БЦС-50

Сепаратор А1-БЦС-50 має значні обсяги аспіраційного повітря. Використовуємо схему з фільтром-циклоном.

Витрати повітря 8000 м<sup>3</sup>/год, площа фільтрувальної поверхні 28,5 м<sup>2</sup>, кількість рукавів 32.

Спочатку виконуємо компоновку аспіраційної мережі та визначаємо витрати повітря  $Q_{\phi}$ , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання  $Q_{то}$ , м<sup>3</sup>/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

$$Q_{\phi} = 1,05 * Q_{то}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.12)$$

$$Q_{\phi} = 1,05 * 8000 = 8400/3600 = 2,33 \text{ м}^3/\text{с}$$

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор БЦС-50 Q=50 т/год.

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт  $a$  і показник ступеня  $h$  залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FC знаходимо за графіком [33] (рис.4)  $H_{\phi}=1125$ , для цього розрахуємо  $q$ .

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\text{ТК}}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{с} \quad (5.13)$$

$Q_{\phi}$ -об'ємні витрати повітря;

$F_{\text{ТК}}$ -площа тканини.

$$q = \frac{2,62}{28,5} = 0,09 \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{сПа}$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}} + H_{\text{пов}}, \text{ Па} \quad (5.14)$$

де  $H_{\text{м}}$  - опір технологічного обладнання (машина, яка аспірується 50Па);

$H_{\text{уд}}$  - витрати тиску на удар (вихід повітря).

$H_{\phi}$  - гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{\text{пов}}$  - опір повітря розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{пов}} = \left( \frac{\lambda}{D} l + \Sigma \xi \right) * \frac{q * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.15)$$

де  $\lambda$ -коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

$l$ -довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

$D$ -діаметр повітропроводу, м;

$\xi$ -коефіцієнт місцевого опору;

$v$ -середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

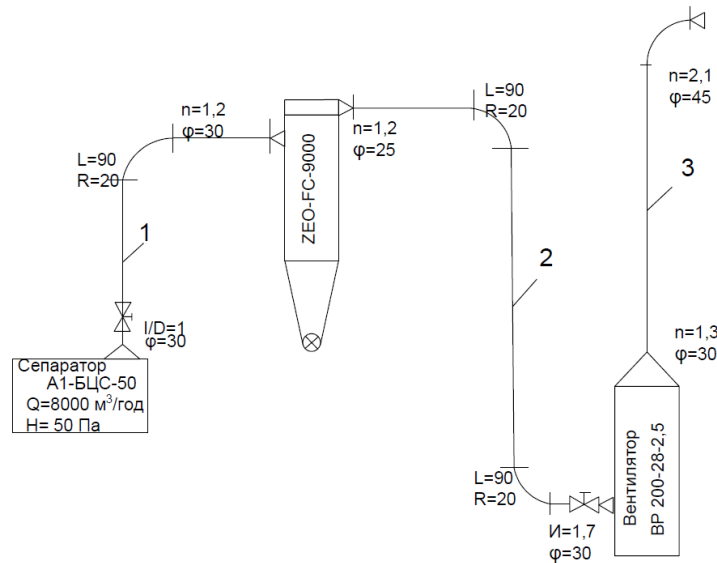


Рисунок 5.2 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора БЦС-50

За номограмою О.В. Панченко знаходимо за витратами повітря  $Q_{\phi}$  і його рекомендованою швидкістю (13...14м/с) -  $\lambda/D$ ,  $D$ ,  $v$ ,  $H_{\text{дин}}$ . [30]

$$v = 13,5 \text{ м/с}, H_{\text{дин}} = 110 \text{ Па}, D = 475 \text{ мм}, \lambda/D = 0,029$$

$$l = l_1 + l_2 + \dots + l_n \quad (5.16)$$

$$l = 5,4 + 6,1 + 2,8 = 14,3 \text{ м}$$

$$H_{\text{пов}} = (0,029 * 14,3 + 9) * ((1,2 * 13,5^2)/2) = 1030 \text{ Па}$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 1125 + 27,5 + 1030 = 2232,5 \text{ Па}$$

Втрати тиску на удар  $H_{\text{уд}}$  розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па}$$

де  $H_{\text{дин}}$  - динамічний тиск на ділянці перед дифузorzом ;

$n - 2$ .

$$H_{уд} = 110 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 27,5 \text{ Па}$$

Динамічний тиск розраховуємо за формулою:

$$H_{дин} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.17)$$

де  $\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$v_{вих}$  - швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 10...12 м/с.

$$H_{дин} = \frac{1,2 * 13,5^2}{2} = 110 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_B = 1,1 * H_{мер}, \text{ Па}$$

$$H_B = 1,1 * 2232,5 = 2456 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор :

$$Q_B = Q_{\phi} = 2,33 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким чином тип фільтру циклону ZEO-FC-9000 вибираємо вентилятор ВР 89-75-4(ВЦ 4-75 №4) та за графіком знаходимо ККД вентилятора. ККД для цього вентилятора дорівнює 0,8.

Число обертів вентилятора та його ККД визначаємо за точкою перетину характеристик  $Q_B$  і  $H_{мер}$ , а необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_B * H_B}{1000 * \mu_B * \mu_{пер} * \mu_{п}}, \text{ кВт}, \quad (5.18)$$

де  $\mu_B$  - ККД вентилятора;

$\mu_{пер}$  - ККД передачі ( 0,98);

$\mu_{п}$  - ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N = \frac{2,33 * 2456}{1000 * 0,8 * 0,98 * 0,98} = 7,46 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна  $N_y$  визначаємо з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_y = K_3 * N, \text{ кВт} \quad (5.19)$$

Для електродвигунів потужністю більше 5 кВт  $K_3 = 1,1$

$$N_y = 1,1 * 7,46 = 8,2 \text{ кВт}$$

Обираємо електродвигун SIEMENS типу 1LA7131-2AA потужністю  $N=8,5\text{кВт}$ , з частотою обертів  $n=2930$ , ККД=88 %, масою 48,5 кг.

### 5.33. Аспірація скальператора А1-БЗО-50

Скальператор призначений для попереднього очищення зерна.

Продуктивність обладнання  $Q=50$  т/год і гідравлічний опір  $H_{скал}=50$  Па.

За додатком методичних вказівок (табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання:  $Q_{скал}=660$  м<sup>3</sup>/год.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепити фільтр  $Q_\phi$ .

$$Q_\phi = Q_{скал} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.20)$$

де  $Q_{скал}$  – кількість повітря, яке необхідно відібрати від скальператора;

$Q_n$  – підсоси повітря у розмірі 5% від  $Q_{скал}$ .

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_{скал} = 0,05 \cdot 660 = 33 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_\phi = 660 + 33 = 693 \text{ м}^3/\text{год} = 0,2 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-1000. Площа фільтруючої поверхні рукавів  $F_{\phi.p}=10,5$  м<sup>2</sup>.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_\phi}{F_{\phi.p}} = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2. \quad (5.21)$$

За графіком  $H_\phi=f(q)$  [33] визначаємо опір фільтра  $H_\phi=880$  Па.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис.5.3).

$$H_{мер} = H_{скал} + H_{нов} + H_\phi + H_{y\delta}, \text{ Па.} \quad (5.22)$$

де  $H_{скал}$  – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком  $H_{скал}=50$  Па;

$H_{нов}$  – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

$H_\phi$  – опір фільтра;

$H_{y\delta}$  – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.



Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{y0} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.24)$$

де  $v_{вих}$  – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо  $v=20\dots22\text{м/с}$ ;  
 $\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

$$H_{y0} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

$$H_{мер} = 50 + 880 + 499 + 290 = 1719 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_6 = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1719 = 1891 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_6 = Q_{\phi}.$$

За аеродинамічними характеристиками  $H_6=f(Q_6)$  вибираємо вентилятор виробництва ВЦП-3. Число обертів вала  $n = 3100 \text{ об/хв}$ , ККД –  $\eta=0,51$ .  
Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{вент} = \frac{Q_6 \cdot H_6}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт}, \quad (5.25)$$

де  $\eta_6$  – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{пер}$  – ККД передачі (0,98);

$\eta_{II}$  – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{вент} = \frac{693 \cdot 1891}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,74 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна  $N_y$  визначають за виразом:

$$N_y = K_3 \cdot N_{вент}, \text{ кВт}, \quad (5.26)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна  $K_3$ . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт  $K_3=1,15$ .

$$N_y = 1,15 \cdot 0,74 = 0,85 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун марки ВР200-28-2,5 - потужністю  $N=1,1$  кВт з числом обертів  $n=2930$  об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

## Розділ 6. ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

### 6.1 Генеральний план

Генеральний план – частина проєкту з комплексним вирішенням питань планування та благоустрою об'єкта будівництва, розміщення будівель, споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж, організацій і систем господарського та побутового обслуговування.

Генеральний план підприємства – містить комплексне розв'язання питань розміщення основних виробничих, допоміжних, навантажувально-складських об'єктів підприємства, а також транспортних та інженерних комунікацій на його промисловому майданчику [13, 14].

Він є одним з основних розділів проєкту будівництва підприємства. Складається з креслень плану промислового майданчика підприємства, профілів і розрізів найхарактерніших частин, зведеного плану інженерних мереж.

Генеральний план підприємства являє собою ув'язку в плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель і споруд, під'їзних шляхів, ліній електрооснащення і водопостачання (наземних і підземних).

Вимоги пожежної безпеки зумовлюють встановлення необхідних розривів між будівлями і спорудами і зручний та швидкий під'їзд пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства.

Майданчик для будівництва підприємства задовольняє наступним вимогам [19, 35]:

- має мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- розташування будівель та споруд відповідно до напрямку руху зерна і відходів і має можливість розширення виробництва;
- має відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровські обл.	Літ.	Арк.	Архівів
Керівник		Соколовська О.Г.					88	10
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

- рівень ґрунтових нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей і т.п.;
- планування майданчика не пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт;
- відстань між будівлями і спорудами відповідає протипожежним нормам і санітарним вимогам промислових підприємств;
- автомобільні дороги розміщені на території у відповідності з рухом вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність;
- розташовані будівлі і споруди на території підприємства, з окремими зонами: передзаводську, виробничу, підсобну і складську;
- будівлі і споруди розміщені з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, з вітряної сторони по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менш 100м.

На території у відповідності з нормами проектування розміщують мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, теплопостачання, газопостачання та ін. [13,14]:

Будівлі і споруди розташовані на генеральному плані за їх виробничій ознаці окремим групами.

Перед заводська зона (за межами огорожі або умовного кордону підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, перед заводської площі, площадки стоянки автомобілів та ін. У виробничій зоні розташовуємо міні-елеватор.

Підсобна зона для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторні підстанції, енергетичної траси, теплотраси, водопроводу, каналізації і інших комунікацій. В складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі), водонапірні споруди, водойми, склад паливо-мастильних матеріалів, паливна площадка, авторемонтні майстерні і т.д.

Санітарно-гігієнічним вимогам проєктування генерального плану обумовлено розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природного освітлення, природного провітрювання.

За нормами пожежної безпеки будівлі і споруди розміщуємо на генеральному плані із врахуванням їх вогнестійкості, ступені пожежної небезпеки і рози вітрів [13]:

За вимогами пожежної безпеки встановлені необхідні розміри між будівлями і спорудами, а також забезпечено зручне і швидке переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства.

На території встановлюємо закріплені пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання, пожежне водоймище з трьохгодинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлені пожежні гідранти на відстані 50 – 100 м, для того, щоб було можливо подавати до об'єкта гасіння не менш, ніж з двох гідрантів.

Автомобільні дороги розташовуємо на території підприємства відповідно до характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів приділяємо особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції [19, 35]:

Ширина автомобільних доріг складає 3 м (при односторонньому і двосторонньому русі) з улаштуванням вантажних стоянок і майданчиків для розвороту автомобілів.

Відстань від теплових мереж до будівель і споруд приймаємо рівним 5 м.

Основними показниками раціонального використання території підприємства и її благоустрою служать коефіцієнти забудови  $K_3$ , коефіцієнт мощення  $K_M$  і коефіцієнт озеленення  $K_3$

Коефіцієнт забудови:

$$K_3 = \frac{\sum f_3}{F} 100, \% ; \quad K_3 = \frac{3960}{11000} 100 = 36,0 \% ; \quad (6.1)$$

Коефіцієнт мощення

$$K_m = \frac{\sum f_m}{F} 100, \%; \quad K_m = \frac{6160}{11000} 100 = 56,0\%; \quad (6.2)$$

Коефіцієнт озеленення

$$K_{oz} = \frac{\sum f_{oz}}{F} 100, \%; \quad K_{oz} = \frac{880}{11000} 100 = 8,0 \%, \quad (6.3)$$

де  $F$  — загальна площа території,  $m^2$ ;

$f_z$  — площа окремих будинків і споруд,  $m^2$ ;

$f_m$  — площа окремих асфальтових майданчиків і заощених поверхонь;

$f_{oz}$  — площа окремих місць озеленення,  $m^2$ .

Будівлі і споруди елеватора за функціональними ознаками можна розділити на: виробничі, призначені для приймання, зберігання, підробітку і відпустки зерна і зернової продукції; допоміжні, обслуговують виробництво; невиробничі.

До основних виробничих будівель і споруд елеваторів відносяться: робочу будівлю; силосні корпуси з конвеєрними галереями; споруди для розвантаження зерна з залізничного, автомобільного і водного транспорту та вантаження зерна на кошти цих видів транспорту; споруди для сушіння зерна; споруди для зберігання і навантаження відходів на засоби автомобільного та залізничного транспорту [13, 14].

У робочій будівлі елеватора розміщують машини і механізми для підйому зерна (норії), зважування, очищення, а також механізми для переміщення та розподілу зерна. Робоча будівля є основним у комплексі елеватора, навколо якого групуються і з яким пов'язують всі інші виробничі його споруди.

Силосний корпус - це власне зерносховище, яке складається з різного числа силосів.

До складу елеватора можуть входити й інші додаткові виробничі будівлі та споруди, такі, як спеціальні будівлі та споруди для очищення і сортування зерна, камера для збору пилу, цех відходів, склади для підлогового зберігання зерна та ін.

До допоміжних обслуговуючих виробництво будівель і споруд елеватора відносяться: силова станція, склади палива, ремонтні майстерні, пожежне депо, лабораторія тощо, до невиробничих будівель і спорудам - їдальня, побутові пристрої, адміністративний корпус та ін. Експлікація будівель генплану міні-елеватора наведено у додатку.

## **6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору**

### **Основні конструктивні елементи робочої башти виробничої ділянки**

Основними будівельними параметрами робочої башти приймаємо прольоти, сітку колон і висотні габарити, розміри вставок у місцях температурних швів і перепадів висот, прив'язку елементів конструкцій до координаційних осей, ухили покрівель з різних матеріалів, виробничі навантаження і впливи на несучі конструкції [13].

Виробнича ділянка, яку ми проєктуємо, уявляє собою будівельну систему, що складається з несучих, огорожувальних та сумісних з цими функціями конструкцій, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів.

Окремі частини : фундаментна частина, каркас, дах, стіни, перегородки, перекриття, сходи, вікна, двері – все це складає виробничу будівлю елеватора. Інженерні споруди (бункера) розташовуються всередині будівлі.

Проєктуєма робоча башта представляє собою багатоповерхову споруду, що має каркасну конструкцію, основні частини котрої є металеві колони, балки та перекриття. Будівля комплектується із збірних металевих елементів заводського виготовлення.

Будівельні параметри робочої башти має 6х6х35м (довжина х ширина х висота), відстань між осями колон по поперечному розрізу будівлі приймаємо 6м. Висоти поверхів мають різне значення, оскільки, вони залежать від встановленого технологічного обладнання, необхідного кута нахилу самопливу.

Зручну подачу зерна на технологічне обладнання забезпечують конструктивні елементи будівлі, а також легке переміщення обслуговуючого

персоналу між обладнанням і будівельними конструкціями, в тому числі в будівлі досягнуто максимальне природне освітлення по поверхах.

Всі колони проєктувалися для застосування з фундаментами анкерного типу, які забезпечують зниження тиску на одиницю площі основи, за рахунок застосування суцільної залізобетонної фундаментної плити [19, 35].

Внутрішні стіни легкі з профільованого металу, які не несуть навантажень, та служать для розподілу приміщення, що знаходяться між капітальними стінами і відповідають основним вимогам, що пред'являються до перегороджень в промислових будівлях.

Міжповерховий зв'язок у робочій башті здійснюється за допомогою одномаршевої драбини, з кутом нахилу не більше 60°. Менша кількість ступенів у марші полегшує підйом по сходах. Вона розташована за межами робочої башти і виконується, як самостійна металева конструкція [13, 14]:

Для освітлення виробничих приміщень приймаємо віконні прорізи із суцільним стрічковим заскленням.

Покриття будівлі складається зі збірних покрівельних настилів, багатошарового гідроізоляційного килима і захисного шару. Покриття відповідає основній вимозі – водонепроникності.

### **Основні конструктивні елементи силосів і особливості їх конструювання**

Силос складається з таких основних конструктивних елементів: фундаменту, колон підсилосного поверху, днища, стін, надсилосного перекриття і галереї.

Найвідповідальнішим і специфічним конструктивним елементом силосного корпусу є стіни силосів. Їх проєктують як монолітними, так і збірними із звичайним і попередньо напруженим армуванням. На внутрішній поверхні стін силосів не повинно бути виступів, які б спричиняли утворенню стійких склепінь і зависанню сипучих матеріалів. За способом виготовлення силоси бувають монолітними та збірними [13, 14, 26].

Конструктивні елементи силоса з плоским дном наведено на рис. (рис. 6.1).

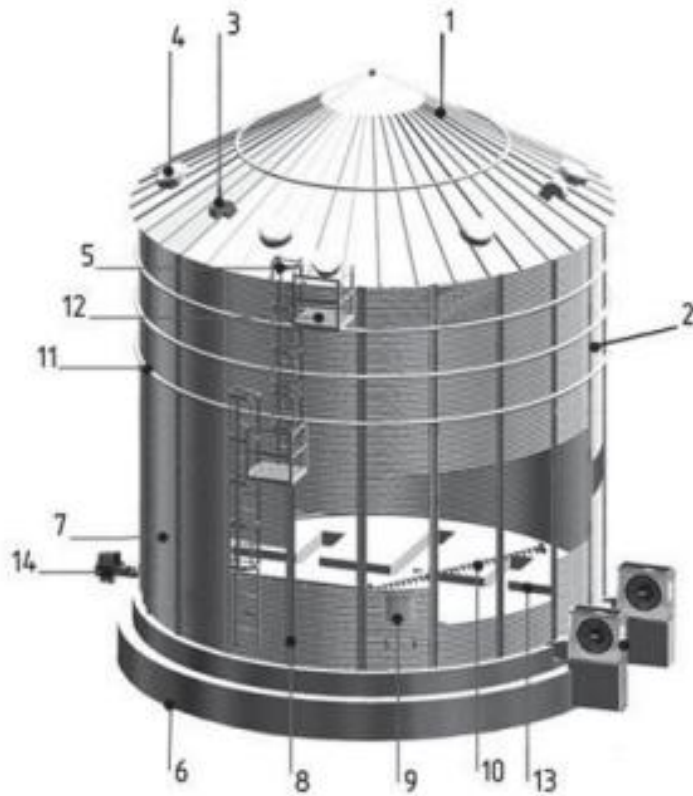


Рисунок 6.1 – Конструктивні елементи силоса з плоским дном:

1 – дах; 2 – корпус; 3 – система вентилявання; 4 – вентиляційні дефлектори; 5 – сходові системи; 6 – фундамент; 7 – панелі; 8 – ребра жорсткості й замкові з'єднання; 9 – люк обслуговування; 10 – зачисний шнек; 11 – вітрові кільця; 12 – платформа для відпочинку; 13 – перфоканали; 14 – примусові вентилятори

Збірні стіни силосів проєктують із об'ємних, криволінійних або плоских елементів заводського виготовлення. Елементи збірних стін можуть бути ребристими або гладкими. При застосуванні ребристих елементів зменшується витрата матеріалів, знижується вага всієї споруди. Проте виготовляти їх складніше, і тріщиностійкість у них нижча, ніж у елементів з гладкими стінами.

Причому внутрішня поверхня стін і днищ не повинна мати виступаючих горизонтальних ребер і западин. У зв'язку з цим силоси з гладкими стінами застосовують частіше. Рекомендується виконувати горизонтальну розрізку стін на збірні елементи висотою кратною 600 мм (з урахуванням товщини горизонтальних швів). Збірні елементи, як правило, проєктують конструктивною висотою 1180 мм при товщині шва 20 мм. Мінімальну товщину стін збірних елементів, у залежності від форми і розмірів силосу, приймають наступною: круглі силоси діаметром 3 м – 80 мм; діаметром 6 м – 120 мм; діаметром 12 м ...160 мм; квадратні силоси розміром 3'3 м – 100 мм.

Збірні стіни круглих силосів діаметром 3 м проєктують із об'ємних кільцевих елементів, що дозволяє швидко робити їхній монтаж. Для зручності виготовлення, складування і транспортування збірні елементи стін діаметром 6 м виготовляють довжиною в чверть кола, а діаметром 12 м – в чверть або 1/6 кола. [26].

Монтаж елементів здійснюють, як правило, після складання їх у кільця. Збірні елементи стикують за допомогою з'єднуючих елементів, які приварюються до закладних деталей. Шви між окремими елементами заробляють жорстким цементним розчином. Закладні деталі приварюють до кінців робочої арматури. Існує й інший спосіб з'єднання елементів у кільця. Робочу арматуру випускають за межі торців елементів і з'єднують між собою за допомогою зварювання накладок із арматурних коротяків. Є спосіб і економічніший за витратами сталі і технологічніший при виготовленні елементів і їх складанні.

Зібрані кільця силосу під час монтажу об'єднують на цементному розчині товщиною 20...30 мм і у вертикальному напрямку з'єднують між собою за допомогою зварювання закладних деталей. Суміжні кільця круглих силосів під час будівництва корпусів з'єднують на оцинкованих болтах, а також за допомогою монолітних ділянок із додатковим армуванням.

Стики силосу канелюрного типу від тиску сипучого матеріалу працюють на стискання як вертикальні склепіння. Панелі-оболонки мають торцеві ребра, в

зовнішніх пазах яких розміщують попередньо-напружену арматуру. Натягування цієї арматури виконується під час укрупненого складання окремих кілець (поярусних царг) на спеціальному стенді, в якому утворюється розпір зсередини стиснутим повітрям. Після натягування, арматуру захищають цементним розчином, який наносять способом торкретування.

Силоси з плоским дном обладнані системами активної вентиляції та пошарового контролю температури продукту, що зберігається в силосі. Велике значення має відповідність термопідвісок, які застосовуються, розрахунковим, що передбачені конструкцією конкретного силоса, оскільки точкові навантаження від термопідвісок у місцях їх кріплення до даху можуть досягати кількох тонн. Система активної вентиляції зерна складається з одного або кількох вентиляторів, повітроподавальних патрубків, пристрою розподілення повітря в насипі зерна. Верхні та нижні люки і сходи дозволяють здійснювати очищення й ремонт конструкцій та обладнання силосної ємності [13, 14, 26].

Дах силоса являє собою просторову конусну конструкцію, що складається з трапецієподібних секторів і ребер жорсткості. Дах сприймає снігове навантаження та призначений для захисту від потрапляння в ємність силоса атмосферних опадів. Характеристичне снігове навантаження на дах силоса змінюється залежно від регіону будівництва. Дах силоса залежно від його діаметра може виконуватись одно- або багатоступінчастим. Одноступінчасті дахи являють собою безкаркасну конструкцію. Роль несучих елементів виконують радіальні ребра в місцях з'єднання листів (між ними лист, як правило, плоский і не має достатньої жорсткості). Для надання додаткової жорсткості між радіальними ребрами на плоскій поверхні листа виконуються загини, що служать також своєрідними ребрами жорсткості. Що стосується багатоярусного даху, то з'єднання листів покриття по конусній поверхні виробляється в замок з утворенням ребер жорсткості аналогічно до силосів малої місткості [26].

Вхідні двері силоса (люк обслуговування) розташовуються в нижньому ярусі корпусу силоса і являють собою зварний каркас з дверима на петлях, що

відкриваються всередину, вони обладнані пристроєм для розвантаження силоса, завантаженого зерном.

## Розділ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74, виробничі фактори, що діють на операторів та обслуговуючий персонал зерноочисного обладнання (норії, сепаратори), поділяються на наступні групи:

#### 1. Фізичні фактори:

Рухомі частини машин та механізмів: Приводні барабани, паси, ланцюги норій (НЦК-50), рухомі сита сепараторів (БЦС-50), вентилятори аспіраційних мереж. Дія на організм: Можуть призвести до механічних травм (захоплення одягу, кінцівок, удари) у разі відсутності огорожень.

Підвищений рівень шуму: Генерується роботою вентиляторів, електродвигунів, рухом зерна по самопливах та роботою механізмів сепараторів. Дія на організм: Тривалий вплив шуму викликає втому, зниження гостроти слуху, порушення роботи нервової та серцево-судинної систем, зниження уваги та працездатності.

Підвищений рівень вібрації: Виникає внаслідок роботи аспіраційного та транспортного обладнання (дисбаланс роторів вентиляторів, коливальні рухи ситових корпусів). Дія на організм: Призводить до вібраційної хвороби, порушення кровообігу, спазмів судин, змін у кістково-суглобовому апараті.

Небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі: Електродвигуни обладнання (норій, вентиляторів), пульти керування. Дія на організм: Проходження струму через тіло людини може викликати термічні опіки, електролітичний розклад рідин організму (крові), фібриляцію серця або зупинку дихання.

Підвищена запиленість повітря робочої зони: Зерновий пил утворюється при транспортуванні та очищенні зерна. Дія на організм: Пил має фіброгенну дію,

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					98	6
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

потрапляючи в органи дихання, може викликати професійні захворювання легень (пневмоконіози, бронхіти).

## 2. Хімічні фактори:

Вибухонебезпечні суміші: Органічний зерновий пил у зваженому стані при певних концентраціях (НКМВ) є вибухонебезпечним. *Дія на організм:* Небезпека термічних опіків та механічних уражень внаслідок вибуху пилоповітряної суміші.

## 3. Психофізіологічні фактори:

Фізичні перевантаження: Статичні та динамічні навантаження при ремонті та обслуговуванні обладнання.

Нервово-психічні перевантаження: Монотонність праці оператора, емоційні навантаження через відповідальність за технологічний процес.

## 7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Технічні заходи:

1. Аспірація та герметизація: Для боротьби із запиленістю та вибухонебезпекою пилу проектом розроблена ефективна аспіраційна мережа для норій та сепараторів. Передбачена герметизація місць пересипання зерна та укриття джерел пилоутворення, що запобігає потраплянню пилу у повітря робочої зони.

2. Захисні огороження: Усі рухомі частини (муфти, пасові передачі приводу норій та вентиляторів) закриті стаціонарними металевими кожухами та сітчастими огороженнями, що унеможлиблює випадковий доступ до небезпечних зон.

## 3. Електробезпека:

Захисне заземлення всіх металевих неструмоведучих частин обладнання (корпусів електродвигунів, станин, повітропроводів) для захисту від ураження струмом при пробіі ізоляції.

Використання подвійної ізоляції на пультах керування.

Встановлення блокувань, що вимикають обладнання при відкриванні оглядових люків або знятті огорожень.

4. Зниження шуму та вібрації: Вентилятори та електродвигуни встановлюються на віброізоляторах (амортизаторах). З'єднання вентиляторів з повітропроводами виконується через гнучкі вставки для запобігання передачі вібрації на конструкції.

5. Нормалізація мікроклімату та освітлення: Забезпечення припливно-втяжної вентиляції та відповідність освітлення нормам ДБН В.2.5-28-2006 (комбіноване освітлення робочих місць).

Організаційні заходи:

Проведення вступних, первинних та повторних інструктажів з охорони праці для персоналу.

Навчання та перевірка знань з питань охорони праці та пожежної безпеки.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): респіраторами (для захисту від пилу), протишумовими навушниками (при перевищенні допустимих рівнів шуму), спецодягом та спецвзуттям згідно з галузевими нормами.

### **7.3 Заходи щодо пожежної безпеки**

Обґрунтування категорії об'єкта: Приміщення, де розташоване зерночисне обладнання та аспіраційні установки, відноситься до Категорії Б (вибухопожежонебезпечна). Згідно з методичними вказівками, до категорії Б відносяться виробництва, пов'язані з використанням горючого пилу, який здатний утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні суміші, при займанні яких розвивається надмірний тиск вибуху в приміщенні понад 5 кПа. Це характерно для елеваторів, відділень розмолу та складів безтарного зберігання.

Заходи щодо забезпечення пожежо- та вибухобезпеки:

1. Вибухорозрядники: Обладнання аспіраційних мереж та норій оснащується вибухорозрядними пристроями для скидання надмірного тиску у випадку вибуху пилу.

2. Заземлення: Для запобігання іскроутворенню від статичної електрики всі металеві частини обладнання та повітропроводи надійно заземлюються.

3. Магнітний захист: Перед входом зерна в машини ударної дії (дробарки, норії) встановлюються магнітні сепаратори для вловлювання металевих домішок, які можуть викликати іскру.

4. Контроль температури: Встановлення датчиків контролю температури підшипників та датчиків сходу стрічки норії для запобігання перегріву від тертя.

5. Прибирання: Регулярне прибирання пилу в приміщенні (сухе або вологе) для недопущення накопичення пожежонебезпечних шарів пилу.

Первинні засоби пожежогасіння:

Вогнегасники порошкові (тип ВП, наприклад, ВП-5 або ВП-9): Ефективні для гасіння пожеж класів А (тверді речовини), В (рідини) та електроустановок під напругою до 1000 В.

Ящик з піском та лопата.

Пожежне покривало (кошма). Місця установки: на видимих та легкодоступних місцях, поблизу виходів з приміщення, але не далі ніж 20 м від можливого вогнища пожежі. Також передбачається наявність внутрішніх пожежних кранів (ПК) з рукавами та стволами.

#### **7.4 Дії на елеваторах під час повітряної тривоги**

З метою збереження життя та здоров'я персоналу, а також запобігання аварійним ситуаціям на виробництві, при оголошенні сигналу "Повітряна тривога" всі працівники підприємства зобов'язані діяти чітко, без паніки та згідно з розробленим алгоритмом.

Алгоритм дій оперативного та обслуговуючого персоналу:

Отримання сигналу Відповідальна особа або черговий диспетчер, отримавши сигнал оповіщення (через систему цивільного захисту, мобільний додаток або радіо), негайно дублює його по гучномовному зв'язку підприємства

для всього персоналу, що знаходиться на території елеватора, у виробничих вежах, силосах та складах.

Зупинка технологічного процесу Оператори пульта управління та апаратники обробки зерна повинні виконати термінову, але безпечну зупинку обладнання, щоб уникнути завалів та пожежонебезпечних ситуацій:

Негайно припинити подачу зерна на транспортні лінії (зупинити норії, конвеєри, сепаратори на вході).

За можливості, дати обладнанню допрацювати короткий час "вхолосту", щоб звільнити стрічки та самопливи від продукту (це полегшить подальший запуск). Якщо загроза безпосередня (вибухи поруч) — застосувати аварійну зупинку ("червона кнопка").

Вимкнути аспіраційні системи та вентилятори для запобігання поширенню вогню у разі влучання.

Відключити електроживлення основних виробничих ліній на головних щитах (окрім систем аварійного освітлення та пожежогасіння).

Перекрити засувки та шибери бункерів.

Евакуація персоналу

Весь персонал (апаратники, слюсарі, електрики, лаборанти, адміністрація) повинен негайно припинити роботу.

Взяти із собою тривожну валізу, документи, мобільний телефон, воду та індивідуальні засоби захисту (аптечку).

Перевірити, чи не залишилися колеги у віддалених приміщеннях (наприклад, у надсилосних галереях або підсилосних поверхах).

Організовано, не користуючись ліфтами (тільки сходами), покинути виробничі приміщення та адміністративні будівлі.

Прямувати до найближчої захисної споруди (бомбосховища, підвального приміщення або спеціально обладнаного укриття), визначеного планом цивільного захисту об'єкта.

Дії в укритті

Зайняти місця у захисній споруді.

Керівникам підрозділів (майстрам змін) провести перекличку наявного персоналу згідно зі списками. Про відсутніх негайно повідомити керівника цивільного захисту об'єкта.

Забороняється покидати укриття до отримання офіційного сигналу "Відбій повітряної тривоги".

Відновлення роботи після відбою

Після сигналу "Відбій" вихід з укриття дозволяється тільки після команди керівника.

Перед початком роботи відповідальні особи (електрики, механіки) проводять візуальний огляд будівель, споруд та обладнання на предмет відсутності пошкоджень або сторонніх підозрілих предметів.

Запуск технологічних ліній проводиться у зворотній послідовності (від кінцевих механізмів до початкових) з обов'язковим контролем навантаження на електродвигуни, щоб уникнути блокування норій та конвеєрів залишками продукту.

## Розділ 8. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ)

### «Характеристика зернового сектору Дніпропетровської області»

Агропромисловий комплекс України є однією з ключових галузей національної економіки, яка забезпечує продовольчу безпеку держави та формує значну частку валютних надходжень від експорту [34, 35]. У цьому комплексі важливе місце посідає зернове господарство, адже саме воно становить основу рослинницького виробництва, визначає рівень забезпеченості населення продуктами харчування та тваринництва – кормами, а також формує сировинну базу для розвитку харчової й переробної промисловості [36]. Дніпропетровська область належить до числа провідних регіонів України за обсягами виробництва сільськогосподарської продукції, у тому числі зерна [37]. Завдяки вигідному географічному положенню, родючим ґрунтам та розвиненій інфраструктурі область має значний потенціал для розвитку зернового сектору агропромислового комплексу (АПК) [36]. Крім того, область є одним із найбільш урбанізованих і промислово розвинених регіонів країни, що визначає її специфіку в організації сільськогосподарського виробництва та логістики [37]. Особливу увагу у дослідженні приділено аналізу сучасного стану зернового сектору, його ролі в економіці регіону, характеристиці земельних ресурсів, кліматичних умов, демографічних особливостей та діяльності підприємств елеваторної галузі. Вивчення цих факторів дозволяє визначити сильні та слабкі сторони аграрної системи області, а також перспективи її розвитку в умовах інтеграції України до світових ринків та викликів, пов'язаних із глобальними змінами клімату й воєнними подіями [38]. Метою даної науково-дослідної роботи є характеристика зернового сектору агропромислового комплексу Дніпропетровської області з урахуванням природно-географічних, економічних і соціальних чинників, які впливають на його функціонування [36].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровські обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Соколовська О.Г.					104	28
Консультант		Соколовська О.Г.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

## 8.1 Стан питання

### 8.1.1 Географічне розташування Дніпропетровської області

Дніпропетровська область розташована у центральній та частково південній частині України, займаючи вигідне стратегічне положення в межах Придніпровської височини та Причорноморської низовини. Загальна площа області становить понад 31,9 тис. км<sup>2</sup>, що робить її однією з найбільших за територією в Україні. На півночі область межує з Полтавською та Харківською областями, на сході – з Донецькою та Запорізькою, на півдні – також із Запорізькою та частково Херсонською, а на заході – з Кіровоградською та Миколаївською областями [37]. Такий спектр сусідніх регіонів створює умови для активного міжрегіонального співробітництва як у сфері аграрного виробництва, так і в промисловості та транспортній логістиці [36]. Адміністративним центром є місто Дніпро, яке входить до числа найбільших міст України за населенням та економічним потенціалом. Окрім Дніпра, значними містами області є Кривий Ріг, Кам'янське, Нікополь, Павлоград, Новомосковськ та інші [37].



Рисунок 8.1 – Розташування Дніпропетровської області на мапі України

Географічне положення області має низку переваг для розвитку зернового сектору. Завдяки своєму розташуванню Дніпропетровська область виступає

своєрідним «мостом» між східними та центральними областями України, що дозволяє ефективно інтегрувати виробництво зерна в загальнонаціональні та міжнародні ринки. Це положення підсилюється наявністю значної кількості підприємств елеваторної та транспортно-логістичної інфраструктури [36, 40]. Таким чином, географічне розташування Дніпропетровщини створює сприятливі умови для розвитку агропромислового комплексу, зокрема зернового сектору. Вигідне положення щодо ринків збуту, транспортних шляхів і природних ресурсів визначає стратегічну роль області у забезпеченні продовольчої безпеки країни [36, 38].

### **8.1.2 Кліматичні умови Дніпропетровської області**

Кліматичні умови є одним із ключових чинників, які визначають особливості розвитку сільського господарства, зокрема зернового виробництва. Дніпропетровська область розташована у степовій зоні України, що характеризується помірно-континентальним кліматом із жарким і посушливим літом та відносно м'якою зимою [39, 41].

Середньорічна температура повітря становить близько  $+9...+10$  °С. Зими в регіоні зазвичай малосніжні та нестійкі: середня температура січня коливається від  $-3$  до  $-5$  °С, однак у деякі роки можливі зниження до  $-20$  °С і нижче. Весна настає рано, проте характеризується частими різкими коливаннями температури [39]. Літо довге та спекотне: середня температура липня сягає  $+22...+24$  °С, а максимальні показники нерідко перевищують  $+35$  °С [41].

Річна кількість опадів у середньому становить 450–500 мм, що є недостатнім для повного задоволення потреб більшості сільськогосподарських культур. Найбільша їх частина припадає на літні місяці у вигляді короткочасних злив, які мають нерівномірний характер. Через це виникає проблема нестабільного зволоження ґрунтів, що може негативно позначатися на врожайності зернових культур. Посушливість клімату особливо відчутна у південних районах області, де частіше трапляються суховії та пилові бурі. У поєднанні з високими літніми температурами це створює ризики для зернового

господарства, особливо під час наливу зерна пшениці, ячменю та кукурудзи [39, 41, 42].

Однією з переваг клімату Дніпропетровської області є велика кількість сонячних днів [39]. Середня тривалість сонячного сяйва становить близько 2100–2300 годин на рік, що забезпечує достатнє теплове й світлове забезпечення для вирощування зернових культур [41]. Вегетаційний період триває 220–240 днів, що дозволяє вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур, у тому числі озимі та ярі зернові, а також технічні культури (соняшник, кукурудза тощо) [36, 39].

Кліматичні ризики для зернового виробництва

Попри сприятливі умови для розвитку агропромислового комплексу, клімат Дніпропетровщини має низку ризиків:

- Посухи – як атмосферні, так і ґрунтові, що виникають у літній період і негативно впливають на формування врожаю.
- Різкі коливання температури у весняний період, що можуть спричинити загибель сходів або пошкодження озимих культур.
- Недостатня кількість вологи у критичні періоди розвитку рослин (цвітіння, налив зерна) [39, 42, 43].

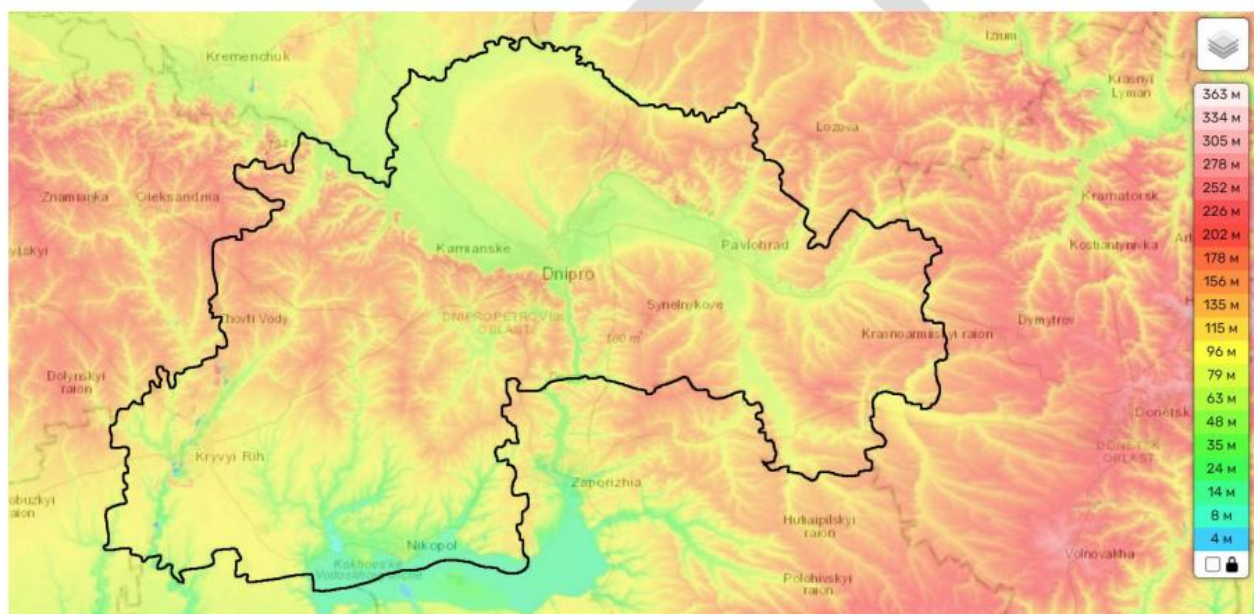


Рисунок 8.2 – Рельєф Дніпропетровської області

Джерело: [uk-ua.topographic-map.com](http://uk-ua.topographic-map.com)

У цілому кліматичні умови Дніпропетровської області є придатними для вирощування більшості зернових культур, особливо озимої пшениці, ячменю, кукурудзи та проса. Водночас сільське господарство регіону вимагає впровадження агротехнічних заходів, спрямованих на збереження вологи в ґрунті (чорний пар, мульчування, мінімальний обробіток), а також застосування сучасних систем зрошення у найбільш посушливих районах. Таким чином, клімат Дніпропетровщини створює як значні можливості, так і серйозні виклики для розвитку зернового сектору АПК. Його особливості визначають необхідність застосування адаптивних технологій землеробства, спрямованих на стабілізацію врожайності в умовах кліматичних змін [36, 38, 39, 42].

Територія Дніпропетровської області розташована в степовій та лісостеповій зонах, з переважно рівнинним ландшафтом. Центральна частина та більшість південних районів займають степи з родючими землями, що використовуються для сільського господарства. Поширені степові трав'яні простори, чагарники, поля та лісопосадки. На заході області є лісостепові зони з дубовими та хвойними лісами. Південні та східні райони характеризуються сухими степами та елементами напівпустелі. Водні ландшафти включають річку Дніпро, озера та водосховища, що важливі для екології та економіки регіону. Поверхня області – хвиляста рівнина висотою 100-200 м.

### **8.1.3 Земельний фонд Дніпропетровської області**

Територія області займає 3 192,3 тис. га. Сільськогосподарські землі займають основну частину земельного фонду - 78,7%, та використовуються для ведення аграрного виробництва, включаючи орні землі, пасовища, сіножаті та інші. Сільське господарство, зокрема вирощування зернових, технічних культур, а також тваринництво, є важливою складовою економіки регіону.

Основу ґрунтового покриву Дніпропетровської області складають чорноземи різної глибини гумусового шару, що створює оптимальні умови для вирощування зернових культур.

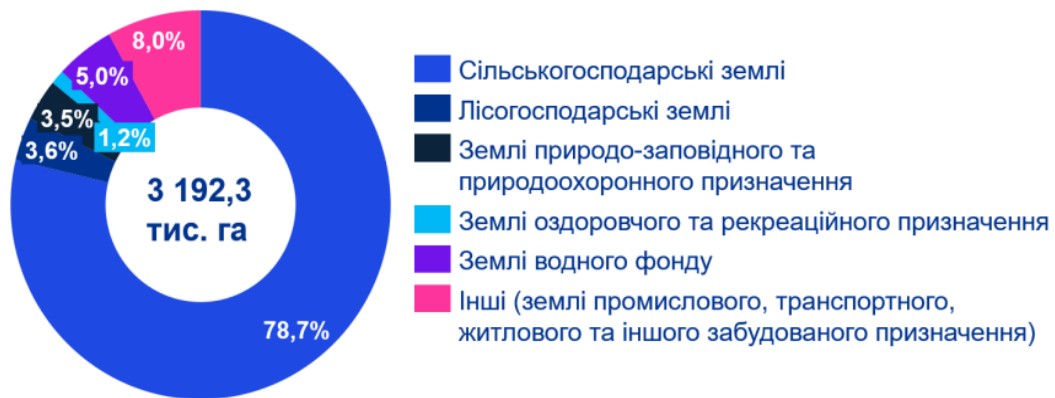


Рисунок 8.3 – Структура земельного фонду Дніпропетровської області, %

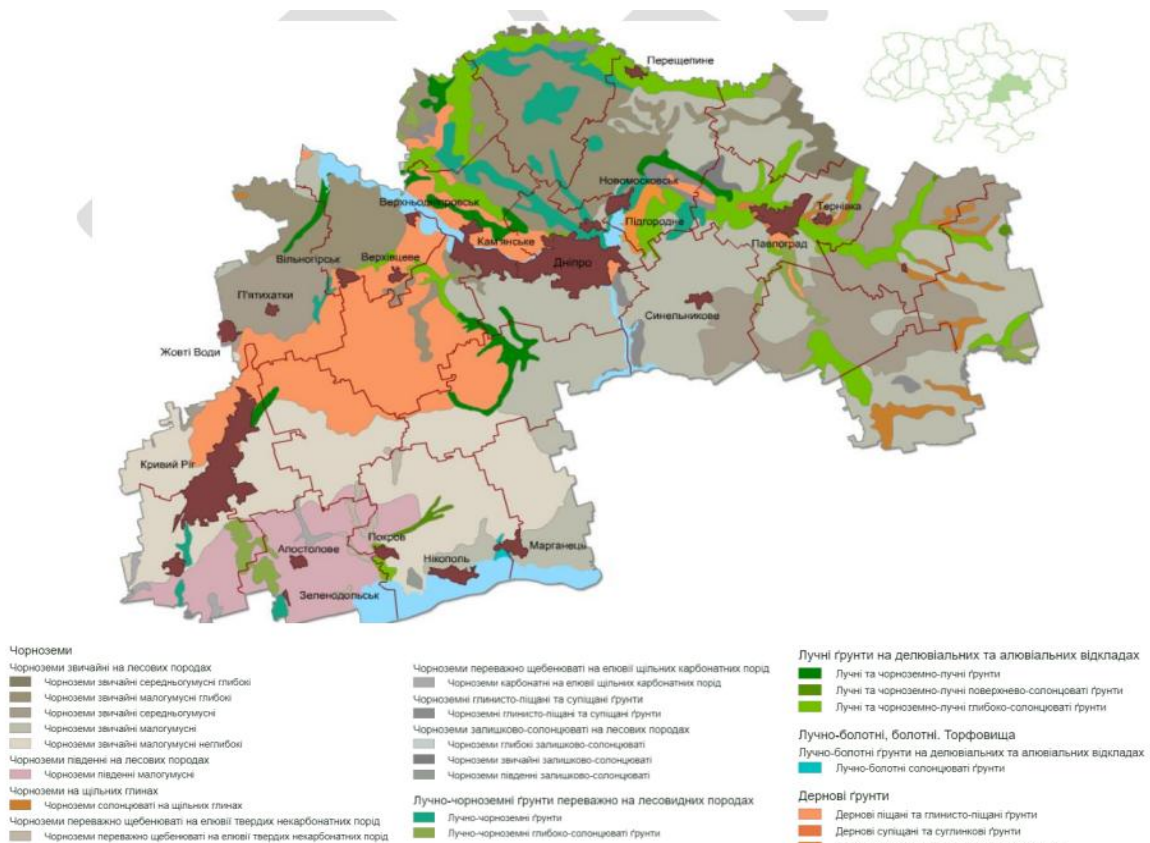


Рисунок 8.4 – Ґрунти Дніпропетровської області

Північ регіону покрита смугою чорноземів звичайних глибоких середньо- та малогумусних пилувато-середньосуглинкових або пилувато-важкосуглинкових ґрунтів. На південь від них розташовані чорноземи звичайні

пилувато-середньосуглинкові малогумусні на лесах, а в крайньому південному заході – чорноземи звичайні неглибокі малогумусні та чорноземи південні малогумусні і слабкогумусовані на лесах.

#### **8.1.4 Водні ресурси Дніпропетровської області**

Дніпропетровська область повністю розташована в межах басейну річки Дніпро, яка є основною артерією регіону. Загальна протяжність річки Дніпро в межах області становить 261 км. Гідрографічну мережу формує каскад Дніпровських водосховищ, 3 з яких розташовані на території області: південна частина Кам'янського водосховища, північна частина Дніпровського водосховища та вихід до Каховського водосховища. Останнє зазнало обміління внаслідок руйнування Каховської ГЕС росіянами 6 червня 2023 року. Область належить до найменш забезпечених водними ресурсами регіонів України. Для регулювання стоку було побудовано 100 водосховищ сумарним об'ємом 945 млн м<sup>3</sup> і 1 242 ставки сумарним об'ємом 155,1 млн м<sup>3</sup>.



Рисунок 8.5 – Гідрографічна мережа басейну р. Дніпро в межах Дніпропетровської області у 2023 році

#### **8.1.5 Адміністративно–територіальний устрій Дніпропетровської області**

Дніпропетровська область поділяється на 7 адміністративних районів до складу яких входить 86 територіальних громад, із них станом на 2023 рік: 20 міських, 41 сільська та 25 селищних громад



Рисунок 8.6 – Адміністративно–територіальний устрій Дніпропетровської області станом на 2023 рік

На території Дніпропетровської області розташовано 13 міст обласного значення та 7 адміністративних районів.



Рисунок 8.7– Адміністративні райони Дніпропетровської області: площа та населення, станом на 01.01.2022

### 8.1.6 Чисельність населення області

Населення є важливим соціально-економічним чинником, який визначає трудові ресурси, споживчий попит та загальні умови розвитку агропромислового

комплексу. Для Дніпропетровської області цей аспект має особливе значення, адже вона належить до найбільш густонаселених регіонів України [36, 37].

Станом на початок 2020-х років чисельність постійного населення області становила близько 3,1–3,2 млн осіб, що забезпечує їй одне з провідних місць серед областей України [34]. За кількістю мешканців регіон посідає третє місце після Київської та Харківської областей, поступаючись також місту Києву як окремій адміністративній одиниці [34].

Дніпропетровщина є одним із найбільш урбанізованих регіонів країни. Понад 80 % населення проживає у містах, що зумовлено високим рівнем розвитку промисловості, транспорту та соціальної інфраструктури.

Населення сільських територій становить менше ніж 20 %, що є одним із найнижчих показників серед областей України. Це створює певні труднощі для аграрного виробництва, адже бракує трудових ресурсів у сільському господарстві [34, 36-38].

Для зернового господарства області чисельність і структура населення мають подвійне значення:

Як джерело трудових ресурсів – хоча чисельність сільського населення невелика, його концентрація зберігається у традиційно аграрних районах (Новомосковський, Павлоградський, Магдалинівський тощо), що дозволяє підтримувати виробничу діяльність.

Як споживчий ринок – область із понад 3 млн мешканців є одним із найбільших регіональних ринків збуту продуктів харчування, що стимулює розвиток внутрішньої переробки зерна [34, 36, 42-46].

Впродовж останніх років населення Дніпропетровської області скорочується, що є загальною тенденцією для більшості регіонів України. З 2013 по 2022 роки населення області скоротилось на 6%.

За даними Державного комітету статистики України, в Дніпропетровській області переважає кількість жінок, над кількістю чоловіків, що характерно і для України в цілому. Значно переважає міське населення: понад 80% мешканців проживають в містах, зокрема у великих промислових центрах, таких як Дніпро,

Кривий Ріг, Кам'янське та Павлоград. Частка сільського населення продовжує скорочуватися, відображаючи загальнонаціональну тенденцію урбанізації.



Рисунок 8.8 – Структура населення Дніпропетровської області та України за статтю типом місцевості проживання

Станом на 1 січня 2022 року в Дніпропетровській області проживало понад 3 млн мешканців: 1 680 750 жінок та 1 412 426 чоловіків. Розподіл населення області за статтю відповідає загальним тенденціям по Україні, де спостерігається перевага жіночого населення



Рисунок 8.9 – Вікова структура та динаміка старіння населення Дніпропетровської області станом на 2022 р., %, кількість людей

Особливістю регіону є значний рівень урбанізації, адже більша частина населення проживає у містах, що відрізняє Дніпропетровську область від

багатьох інших регіонів країни. В Дніпропетровській області переважає економічно активне населення. Однак, спостерігається загальноукраїнська тенденція до поступового старіння населення.

### 8.1.7 Транспортна інфраструктура Дніпропетровської області

У реаліях повномасштабної війни тимчасово призупинено авіаційні та водні перевезення, тому залізниця та автомобільний транспорт залишаються ключовими елементами транспортної інфраструктури регіону. Залізниця пов'язує промислові центри області та допомагає бізнесу вести експортні та імпорتنі операції із сусідніми державами. Стабільно працюють пасажирські перевезення, транспортування гуманітарної та військової допомоги, а також курсують евакуаційні маршрути для тих, хто бажає виїхати з гарячих точок, де ведуться воєнні дії. Інфраструктура автомобільного транспорту В Дніпропетровській області функціонує 6 спеціалізованих автотранспортних терміналів, які займаються митним оформленням, зберіганням і перевантаженням вантажів. Найбільшим автотранспортним вузлом області є м. Дніпро.



Рисунок 8.10 – Структура автомобільних доріг Дніпропетровської області станом на 2023 рік.

Довжина автомобільних доріг у Дніпропетровській області становить 9 172 км. З них 2 990,6 км – це дороги державного значення, місцеві дороги – 6181,4 км. Станом на кінець 2024 року триває активне відновлення інфраструктури, пошкодженої внаслідок бойових дій, а також ведеться будівництво нових автомобільних шляхів.

Залізничне сполучення Одним із основних видів транспорту у Дніпропетровській області є залізничний. Регіон є лідером із концентрації залізничного сполучення в державі, протяжність колій становить 1023,7 км. Оператором залізничного сполучення в Дніпропетровській області є регіональна філія «Придніпровська залізниця». В умовах війни в 2022-2024 роках фокус був на ремонті пошкодженої інфраструктури, а також на відновленні ключових вантажних та пасажирських маршрутів. Пасажирські перевезення на Придніпровській залізниці охоплюють численні маршрути як внутрішнього, так і міжнародного значення, попри скасування деяких маршрутів через війну. Залізниця продовжує забезпечувати важливі перевезення, особливо для евакуації та доставки гуманітарної допомоги.

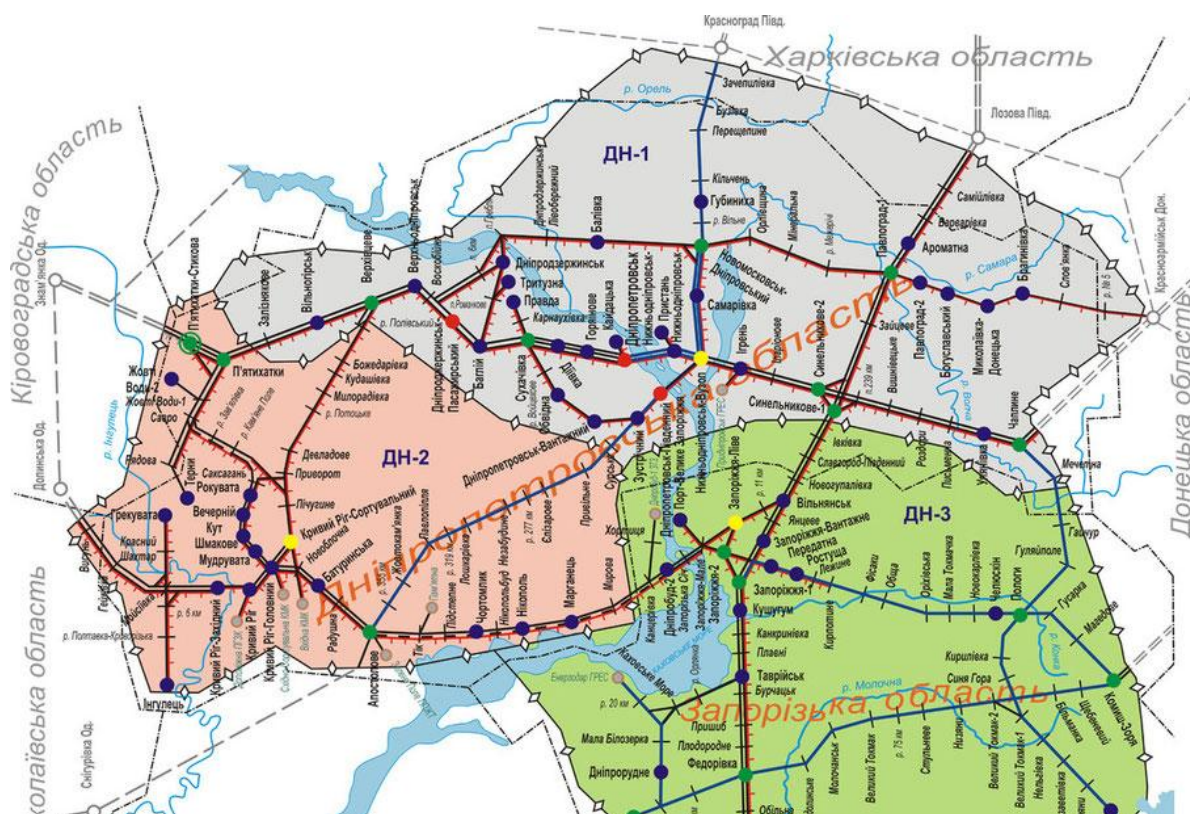


Рисунок 8.11 – Залізничне сполучення Дніпропетровської області

Річковий транспорт У регіоні розташовано 6 річкових портів, які обслуговуються залізничними та автомобільними транспортними засобами. Контейнерна лінія «Tavria Line» є першою українською лінією, яка здійснює доставку вантажів у морських контейнерах до центрального регіону України –

Дніпропетровської області, використовуючи власні судна типу «річка-море», які забезпечують прямі міжнародні перевезення вантажів із виходом у Чорне, Мармурове та Середземне моря. Водні перевезення по Дніпру були тимчасово призупинені з початком повномасштабного вторгнення росії в Україну 24 лютого 2022 року через питання безпеки, однак розвиток інфраструктури триває, зокрема у сфері каботажних перевезень, які мають перспективу відновлення та подальшого розширення.

## **8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень та аналізів**

Ґрунтуючись на проведеному аналітичному огляді Дніпропетровської області можна сформулювати типові мету, завдання, об'єкти та методи для даного розділу роботи.

Мета роботи: Визначити сучасний стан, динаміку розвитку та ключові чинники впливу на ефективність функціонування зернової галузі Дніпропетровської області в умовах кліматичних змін та військових викликів (за період 2020–2024 рр.).

Завдання:

Проаналізувати динаміку ключових виробничих показників зернової галузі області (валовий збір, урожайність, зібрана площа) за період 2020–2024 рр.

Оцінити вплив зовнішніх факторів (кліматичні умови, воєнний стан) на різкі коливання урожайності та скорочення зібраних площ у 2022–2024 роках.

Визначити структурні пріоритети агровиробництва, проаналізувавши співвідношення між основними зерновими (пшениця, кукурудза) та високорентабельними олійними культурами (соняшник, ріпак) за збіраною площею та валовим збором.

Провести порівняльний аналіз ефективності виробництва, розмежувавши показники сільськогосподарських підприємств та господарств населення, та визначити технологічну перевагу агробізнесу.

Сформулювати загальний висновок щодо стійкості та перспектив розвитку зернової галузі регіону.

Основний об'єкт дослідження – Зернова галузь Дніпропетровської області як складова агропромислового комплексу.

Предмет дослідження: Динаміка та структура виробничих показників (площа зібрана, урожайність, валовий збір) зернових та зернобобових культур.

Інформаційна база: Статистичні дані про обсяги виробництва зернових, зернобобових та олійних культур у Дніпропетровській області за 2020–2024 роки, а також розподіл цих показників за категоріями господарств.

Методи досліджень та аналізів

Монографічний метод: використаний для узагальнення та формулювання загального висновку щодо привабливості та ризиків функціонування зернової галузі регіону.

Статистико-економічний метод: метод абсолютних, відносних і середніх величин: Застосований для розрахунку урожайності, валового збору, а також середніх показників та відносних відхилень (наприклад, розрахунок падіння валового збору у 2022–2024 рр. відносно 2021 року).

Метод структурного аналізу: використаний для визначення часток окремих культур (пшениця, кукурудза, соняшник) у загальній зібраній площі та валовому зборі.

Порівняльний метод (метод групування): Застосований для зіставлення ефективності двох основних категорій виробників: сільськогосподарських підприємств і господарств населення, що дозволило виявити технологічний розрив в урожайності.

Графічний метод: використовується для візуалізації динаміки ключових показників (наприклад, відображення коливань урожайності за 5 років), хоча самі графіки не були надані.

Історико-логічний метод: використаний для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між роком (2020–2024 рр.) та отриманими результатами, пояснюючи різке падіння виробництва впливом зовнішніх подій (війна, клімат).

### 8.3 Результати досліджень

Аграрний сектор є важливою складовою економіки регіону, займаючи третє місце за обсягом реалізованої продукції – 113,9 млн грн, що становить 8,8% від загального обсягу по Україні у 2023 році. На території області провадить діяльність понад 4 тис. сільськогосподарських підприємств, у тому числі фермерських господарств – 3,3 тис., а також фізичних осіб – 1,5 тис. Саме харчова промисловість є рушійною силою сектору, на неї припадає 64% продажів і +33% приросту у 2023, відносно попереднього року. Рослинництво, в свою чергу, продало продукції на суму 38 млрд грн. Активне впровадження новітніх технологій точного землеробства, інтенсивне садівництво та ягідництво, інвестиції в переробку сировини та орієнтація на великий український ринок забезпечили позитивний приріст у 8,4% [46-50].

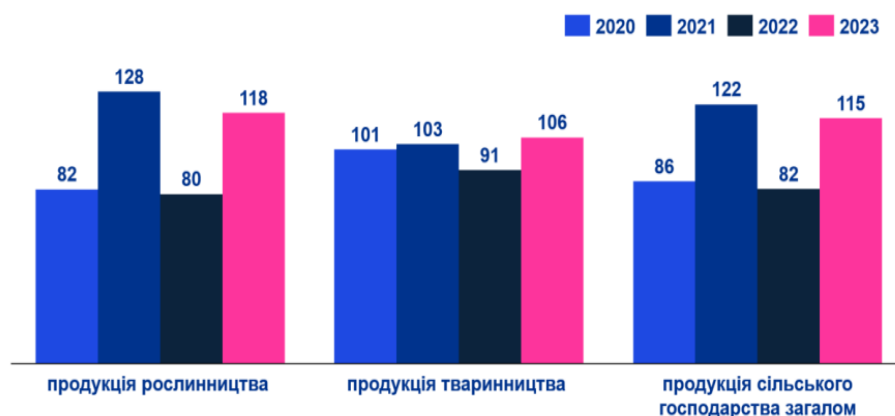


Рисунок 8.12 – Індеси сільськогосподарської продукції Дніпропетровської області (до попереднього року, %) Джерело: <http://www.dneprstat.gov.ua/>

*\*Індекс сільськогосподарської продукції характеризує рівень змін фізичного обсягу виробництва продукції сільського господарства, виробленої за періоди, що обрані для порівняння.*

Зернова галузь – це складна система, яка характеризується цілим комплексом показників, які можна поділити на три основні групи: виробничі (кількісні), якісні та економічні (фінансові).

Основні показники, що характеризують зернову галузь[46-50] :

Ці показники відображають обсяги виробництва та використання ресурсів:

1. **Посівна площа:** Загальна площа землі, відведена під зернові та зернобобові культури. Є основою для планування виробництва.

2. **Урожайність :** Середній збір зерна з одиниці площі. Найважливіший показник інтенсивності та ефективності агротехнологій.

3. **Валовий збір зерна:** Сукупний обсяг зібраного зерна. Це ключовий показник, що відображає загальний результат роботи галузі.

4. **Структура посівних площ:** Співвідношення площ, відведених під різні культури (наприклад, частка пшениці, кукурудзи, ячменю, соняшника тощо) у загальній посівній площі.

У таблиці 8.1 наведено основні показники зернової галузі Дніпропетровської області за 2020-2024 рр.

Дніпропетровська область є одним із ключових аграрних регіонів, де вирощування зернових і зернобобових культур має стратегічне значення. Площі, відведені під ці культури, схильні до змін, які можуть бути спричинені різними факторами, зокрема:

- **Економічні чинники:** коливання цін на зернові та олійні культури, рентабельність виробництва.

- **Природно-кліматичні умови:** посухи, які характерні для Степу, впливають на структуру посівів (наприклад, зміщення акценту на більш посухостійкі культури).

- **Военно-політичні обставини (з 2022 року):** ускладнення логістики, зменшення доступних для обробітки територій, підвищені ризики, які значно впливають на обсяги та структуру посівів.

- **Державна підтримка та регулювання.** У загальному контексті, останніми роками (до 2024 р.) в Україні, включно з Дніпропетровською областю, спостерігається тенденція до змін у структурі посівних площ, часто зі зменшенням загальної площі під зерновими, особливо внаслідок викликів повномасштабної війни.

Таблиці 8.1 – Основні показники зернової галузі Дніпропетровської області за 2020-2024 рр.[10]

Рік	Господарства усіх категорій			Підприємства			Господарства населення		
	площа зібрана, тис.га	валовий збір, тис.ц	урожайність, ц з 1 га площі зібраної	площа зібрана, тис.га	валовий збір, тис.ц	урожайність, ц з 1 га площі зібраної	площа зібрана, тис.га	валовий збір, тис.ц	урожайність, ц з 1 га площі зібраної
2020	1095,8	35395,5	32,3	658,7	24482,3	37,2	437,1	10913,2	25,0
2021	1150,2	49487,7	43,0	712,7	34295,2	48,1	437,5	15192,5	34,7
2022	1020,4	32712,7	32,1	642,0	22864,4	35,6	378,4	9848,3	26,0
2023	855,0	33971,5	39,7	521,6	23229,6	44,5	333,4	10741,9	32,2
2024	897,4	28495,7	31,8	548,7	19364,3	35,3	348,7	9131,4	26,2

КРБ.ТЗІК.1.679-03.1.1.22

Ар  
к.

## Загальна динаміка посівних площі

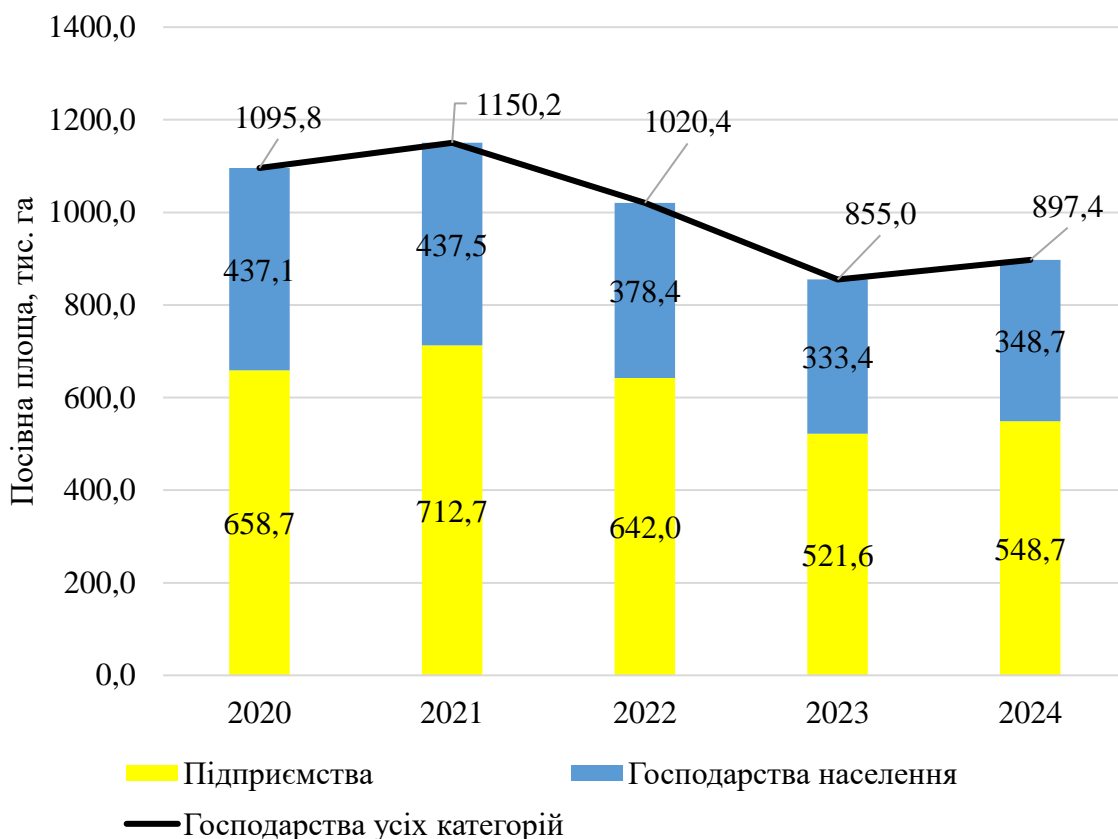


Рисунок 8.13 – Загальна динаміка посівних площі Дніпропетровської області

2020–2021 рр. (Зростання): Спостерігається зростання зібраної площі від 1095,8 тис. га у 2020 році до пікового показника – 1150,2 тис. га у 2021 році. Це може відображати сприятливі економічні умови та аграрну політику до початку повномасштабної війни.

2021–2023 рр. (Різкий спад): З 2021 по 2023 рік спостерігається істотне та різке скорочення зібраної площі: від 1150,2 тис. га до мінімального показника – 855,0 тис. га у 2023 році. Це падіння на 295,2 тис. га (близько 25,7%) значною мірою відображає вплив повномасштабного вторгнення, включаючи окупацію частини територій, забруднення мінами, ускладнення ведення сільського господарства в умовах бойових дій та логістичні проблеми.

2023–2024 рр. (Відновлення/стабілізація): У 2024 році відбувається невелике зростання до 897,4 тис. га. Це може свідчити про певну адаптацію

аграріїв до нових умов, розмінування та повернення до обробітку частини земель.

## 2. Структура за категоріями господарств

Таблиця чітко розрізняє підприємства (сільськогосподарські товариства, фермерські господарства тощо) та господарства населення (особисті селянські господарства) [45-50] .

### А) Підприємства

Підприємства утримують більшу частку зібраної площі протягом усього періоду (наприклад, 60,3% у 2020 році та 61,1% у 2024 році).

Динаміка площ підприємств (падіння з 712,7 тис. га у 2021 до 521,6 тис. га у 2023) в основному визначає загальну динаміку по області.

Скорочення площі у підприємств у 2022 та 2023 роках (на 26,8% від піку 2021 р.) було більш вираженим, ніж у господарствах населення.

### Б) Господарства Населення

Площа у господарствах населення також скоротилася, але зберегла відносну стабільність у перший рік війни (падіння лише на 0,1% з 2020 до 2021, тоді як підприємства зросли), а потім різко знизилася у 2022 та 2023 роках (падіння на 23,8% від піку 2021 р. до мінімуму 2023 р.).

Частка господарств населення залишається значною, але меншою, ніж у підприємств.

Дані демонструють кризове зменшення площі, з якої було зібрано врожай зернових та зернобобових культур у Дніпропетровській області, починаючи з 2022 року. Це є прямим наслідком викликів, пов'язаних із безпекою та логістикою. Невелике відновлення у 2024 році свідчить про адаптацію аграрного сектору регіону.

### **Динаміка урожайності зернових культур в Дніпропетровській області.**

Урожайність зернових культур є ключовим показником інтенсивності сільського господарства і відображає якість агротехнологій, ефективність використання ресурсів та вплив природно-кліматичних факторів.

Чинники впливу на урожайність в Дніпропетровській області:

Посушливі умови: Дніпропетровщина розташована в зоні Степу, для якої характерна нестабільність зволоження та часті посухи. Це є основним лімітуючим фактором.

Воєнний стан: З 2022 року на урожайність опосередковано впливають і військові дії: дефіцит добрив та палива, ускладнення з логістикою, а також стрес агрономів і персоналу, що може призводити до порушення оптимальних термінів сівби та обробки.

Економічні чинники: Висока частка соняшника в сівозміні (як більш рентабельної культури) часто призводить до виснаження ґрунтів і знижує урожайність зернових, які йдуть за ним.

Технологічний рівень: Внесення добрив, якість насіння та дотримання сівозміни є вирішальними для досягнення високих показників, особливо в умовах дефіциту вологи.

У цілому, середня урожайність в регіоні може суттєво коливатися від року до року залежно від погодних умов, особливо кількості опадів у критичні фази розвитку рослин.

Наведена таблиця відображає середню урожайність (ц/га) зернових та зернобобових культур у Дніпропетровській області за п'ять років. Динаміка зміни урожайності наведена на рис. 8.14

2021 рік – Рекордна урожайність: У 2021 році область досягла найвищого показника урожайності – 43,0 ц/га. Це свідчить про надзвичайно сприятливі погодні умови того року, які дозволили реалізувати високий потенціал сортів і технологій.

2022 рік – Значне падіння: У 2022 році урожайність різко впала до 32,1 ц/га (падіння на  $\approx 25,4\%$  порівняно з 2021 роком). Це падіння, ймовірно, є поєднанням двох факторів: несприятливих погодних умов (посуха) та початку повномасштабної війни, що ускладнило своєчасне та якісне проведення польових робіт, внесення добрив.

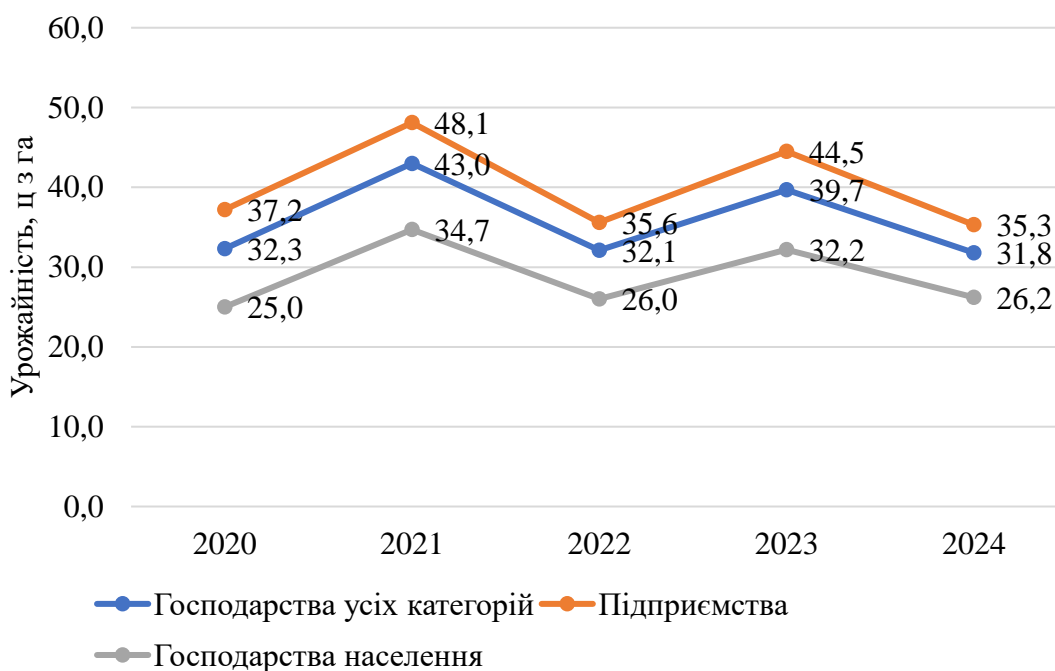


Рисунок 8.14 – Динаміка зміни урожайності зернових та зернобобових культур у Дніпропетровській області

2023 рік – Часткове підновлення: У 2023 році спостерігається часткове відновлення до 39,7 ц/га. Це свідчить про кращі погодні умови, ніж у 2022 році, та про адаптацію аграріїв до умов війни.

2024 рік – Повторне падіння: У 2024 році показник знову знижується до 31,8 ц/га, що є найнижчим показником за весь аналізований період (2020-2024). Це різке зниження може бути обумовлене черговим погіршенням погодних умов (наприклад, критичною посухою в період вегетації), що підкреслює високу залежність регіону від опадів.

Динаміка урожайності зернових у Дніпропетровській області за 2020-2024 роки була вкрай нестабільною. Різкі коливання (від 43,0 ц/га у 2021 році до 31,8 ц/га у 2024 році) вказують на критичну чутливість сільського господарства регіону до погодно-кліматичних умов, які в останні роки посилюються через військові ризики та економічні виклики. При цьому підприємства послідовно демонструють значно вищу ефективність, ніж господарства населення.

Таблиця 8.2 – Порівняння урожайності за категоріями господарств

Показник	Підприємства (фермерські та агрофірми)	Господарства населення (особисті селянські господарства)
Рівень Урожайності	Усі роки мають значно вищу урожайність.	Усі роки мають значно нижчу урожайність.
Різниця (у середньому)	Урожайність підприємств вища на $\approx 30\%$	
Причини Різниці	Вища ефективність пояснюється технологічністю: використання кращої техніки, сучасних сортів, точне внесення добрив та засобів захисту рослин (ЗЗР).	Нижча ефективність пов'язана з нижчим рівнем інтенсифікації: менше використання мінеральних добрив, використання простішої техніки та менш якісного насіння.

### Валовий збір зерна в Дніпропетровській області

Валовий збір зерна – це ключовий показник, що відображає підсумковий обсяг зернових та зернобобових культур, зібраних в області. Цей показник є інтегральним і формується під впливом двох головних чинників:

1. Зібрана Площа: Залежить від загальної посівної площі, а також від можливості аграріїв зібрати врожай (в умовах Дніпропетровщини з 2022 року – це фактор військових ризиків, замінованості полів та логістичних проблем).

2. Урожайність: Залежить від погодних умов (особливо кількості опадів у степовій зоні), якості насіння, технологій вирощування та внесення добрив.

Історично Дніпропетровська область є одним із лідерів в Україні за валовим збором зерна. Однак, з 2022 року, на показники критично впливають як посухи, так і безпекова ситуація.

У табл. 8.1 та рис. 8.15 наведені дані відображають динаміку валового збору зернових та зернобобових культур, розподілених між підприємствами та господарствами населення.

2021 рік – Історичний пік: У 2021 році область досягла рекордного валового збору – 4948,77 тис. тонн (майже 5 млн тонн). Це стало наслідком як великої зібраної площі (1150,2 тис. га), так і найвищої урожайності (43,0 ц/га), підтверджуючи сприятливі агрокліматичні та економічні умови до повномасштабної війни.

2021–2022 рр. – Різкий спад: У 2022 році валовий збір впав на 1677,5 тис. тонн (або на  $\sim 33,9\%$ ). Це падіння обумовлене як скороченням зібраної площі, так і падінням урожайності через поєднання посухи та початку повномасштабної агресії.

2023 рік – Невелике відновлення: Валовий збір дещо зріс до 3397,15 тис. тонн, незважаючи на мінімальну зібрану площу (855,0 тис. га). Це зростання відбулося виключно завдяки збільшенню урожайності (до 39,7 ц/га).

2024 рік – Мінімальний показник: У 2024 році зафіксовано найнижчий валовий збір за весь аналізований період – 2849,57 тис. тонн. Це падіння є прямим наслідком повторного падіння урожайності (до 31,8 ц/га).

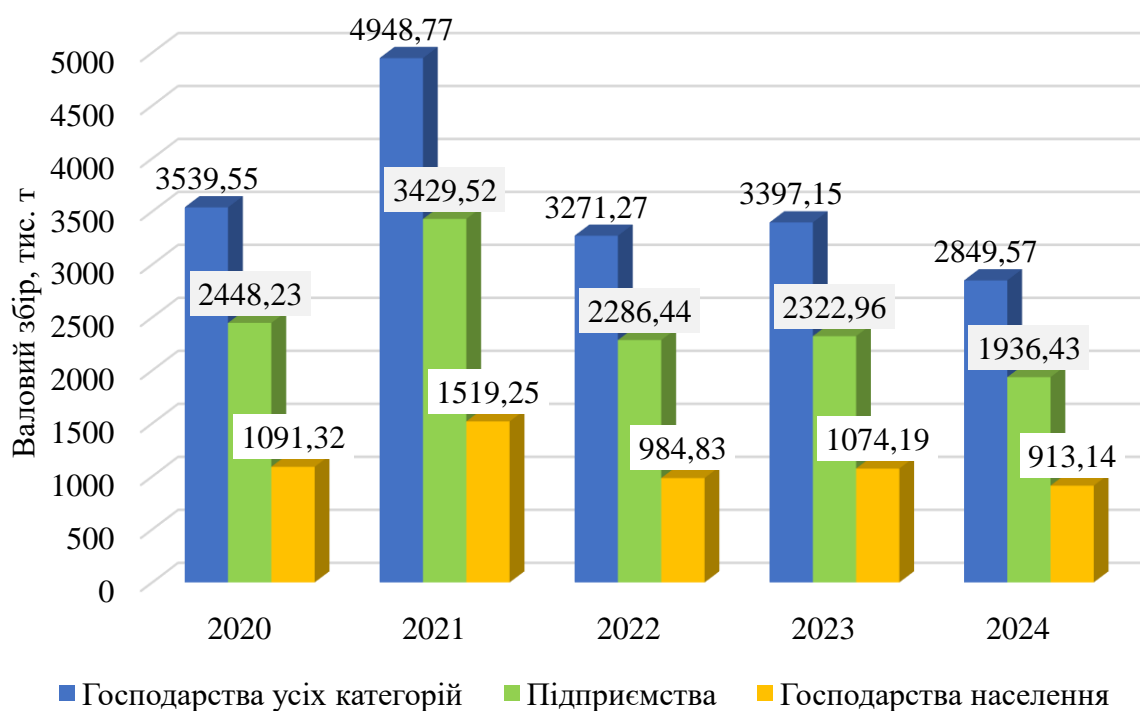


Рисунок 8.15 – Динаміка валового збору зернових і зернобобових культур в Дніпропетровській області

## 2. Структура валового збору зерна в Дніпропетровській області

Домінуюча роль підприємств: Протягом усього періоду підприємства (агрофірми, фермерські господарства) формують основний обсяг валового збору, їхня частка становить  $\approx 69\%$  від загального обсягу (ця частка майже незмінна, наприклад,  $69,2\%$  у 2021 році та  $68,0\%$  у 2024 році).

Динаміка падіння:

- Максимальне падіння у підприємств відбулося між 2021 і 2024 роками: з 3429,52 тис. т до 1936,43 тис. т (скорочення на  $\approx 43,5\%$ ).
- У господарствах населення падіння також значне: з 1519,25 тис. т до 913,14 тис. т (скорочення на  $\approx 39,8\%$ ).

Показники чітко ілюструють, що в критичних умовах (2022 та 2024 роки):

1. 2022 рік: валовий збір впав через різке падіння і площі, і урожайності.
2. 2023 рік: валовий збір утримався на рівні 3,4 млн тонн лише завдяки високій урожайності, яка компенсувала мінімальну зібрану площу.
3. 2024 рік: Валовий збір став мінімальним, оскільки погіршення урожайності наклалося на обмежену площу.

Валовий збір зерна в Дніпропетровській області після рекордного 2021 року продемонстрував стрімке падіння, що відображає подвійний вплив кліматичних негараздів (посухи) та безпекових ризиків (війна). Незважаючи на це, сектор залишається високотехнологічним, про що свідчить домінування та висока ефективність сільськогосподарських підприємств.

Проаналізуємо структуру зернової галузі Дніпропетровської області за основними культурами на основі наданих даних (табл.8.3).

Соняшник – Аграрний лідери: соняшник займає найбільшу частку площ – близько  $39,4\%$  від усіх зібраних культур у таблиці. Його площа (709,8 тис. га) значно перевищує площі під будь-якою іншою культурою, включаючи пшеницю. Це свідчить про сильну орієнтацію регіону на експорт та прибутковість, оскільки соняшник є високорентабельною культурою.

Ріпак: Також займає значну площу (149,7 тис. га), підтверджуючи тренд на олійні культури. Його урожайність ( $17,6$  ц/га) співмірна з соняшником.

Таблиця 8.3 – Структура зернової галузі Дніпропетровської області

Культура	Площа зібрана (тис. га)	Валовий збір (тис. т)	Урожайність (ц/га)	Частка в площі усіх культур (%)
<b>ЗЕРНОВІ</b>				
Пшениця	451,2	156,22	34,6	25,1%
Кукурудза	291,8	93,70	32,1	16,2%
Ячмінь	125,4	30,86	24,6	7,0%
<i>Інші зернові</i>	13,5	1,30	–	0,8%
<b>ОЛІЙНІ</b>				
Соняшник	709,8	128,93	18,2	39,4%
Ріпак	149,7	26,32	17,6	8,3%
<b>ЗЕРНОБОБОВІ</b>				
Соя	24,8	3,18	12,8	1,4%
Горox	14,3	2,05	14,3	0,8%
<i>Інші</i>	6,5	0,24	–	0,4%

Серед зернових культур пшениця є абсолютно домінуючою культурою, займаючи 52,8% зібраної площі зернових і формуючи 55,0% валового збору. Це підтверджує її стратегічне значення для продовольчої безпеки та економіки області. Вона також демонструє високу урожайність (34,6 ц/га), що є вищим за середній показник по області (31,8 ц/га).

Кукурудза є другою за значенням серед зерновиз, займаючи 34,1% площі та забезпечуючи 32,9% валового збору. Її урожайність (32,1 ц/га) також вища за середню, що робить її економічно вигідною.

Аналіз підтверджує, що агросектор Дніпропетровської області є комерційно орієнтованим, де соняшник займає пріоритетне місце за площею. Хоча пшениця є лідером за валовим збором зерна, загальна структура посівів демонструє високий ступінь ризику через значне насичення сівозмін олійними культурами та чутливість зернових (особливо ячменю) до посушливих умов.

### **Елеватори Дніпропетровської області**

На початок 2022 року в Дніпропетровській області було 90 діючих елеваторів загальною потужністю 3,236 млн тонн. До червня 2023 року 5

елеваторів (з загальною потужністю 237,6 тис. тонн) були неактивними, причому 4 з них були пошкоджені обстрілами. [51, 52]

#### Ключові дані

- Загальна потужність: 3,236 млн тонн (на початок 2022 року).
- Кількість діючих елеваторів: 90 (на початок 2022 року).
- Неактивні елеватори: 5 (станом на червень 2023 року).
- Втрачена потужність (неактивні елеватори): 237,6 тис. тонн (станом на червень 2023 року).
- Причина неактивності: 4 з 5 елеваторів були пошкоджені обстрілами.

### ВИСНОВКИ

Привабливість Дніпропетровської області для зернової галузі визначається поєднанням природно-кліматичних переваг (родючість ґрунтів) та економічних/інфраструктурних чинників, незважаючи на значні виклики, спричинені посухою та воєнним станом.

1. Природно-кліматичний потенціал. Дніпропетровська область розташована у зоні Степу, що історично славиться одними з найродючіших чорноземів у світі. Це забезпечує високий потенціал урожайності, який був повністю реалізований, наприклад, у 2021 році з рекордною урожайністю 43,0 ц/га.

Великі площі: Регіон має великі сільськогосподарські угіддя, що дозволяє вирощувати значні обсяги стратегічних культур. Загальна площа зібраних зернових і зернобобових культур навіть у кризові роки перевищувала 850 тис. га.

#### 2. Логістична та інфраструктурна значущість

Елеваторні потужності: регіон традиційно має розвинену мережу елеваторів для зберігання та відвантаження зерна, що є критичним для експортно-орієнтованої галузі.

Транспортне сполучення: Дніпропетровщина має розгалужену залізничну та автомобільну мережу, що забезпечує зручний доступ до основних експортних

шляхів (Чорноморські порти, західні кордони) та внутрішніх переробних підприємств.

Незважаючи на значні ризики, пов'язані з воєнними діями та кліматичною нестабільністю, фундаментальна привабливість Дніпропетровської області для зернової галузі залишається високою завдяки родючим ґрунтам, технологічній базі та стратегічному логістичному розташуванню.

Зернова галузь Дніпропетровської області продемонструвала високу волатильність та суттєве падіння виробництва після рекордного 2021 року, що стало прямим наслідком дії двох основних негативних факторів: погіршення кліматичних умов (посухи) та впливу повномасштабної війни.

### 3. Економічне домінування олійних культур

Пріоритет рентабельності: структура посівів свідчить про комерційну орієнтацію агросектору. Площа під соняшником (близько 710 тис. га) є майже такою ж, як сукупна площа під усіма основними зерновими культурами (пшениця, кукурудза, ячмінь). Таке високе насичення сівозмін олійними культурами створює довгострокові ризики виснаження ґрунтів та може негативно впливати на стабільність урожайності зернових.

### 4. Зниження виробництва через кризові чинники

Рекорд 2021 року: піковий валовий збір у 4,95 млн тонн у 2021 році був досягнутий завдяки високій урожайності (43,0 ц/га) та значній зібраній площі.

Різкий спад: до 2024 року валовий збір впав до 2,85 млн тонн (найнижчий показник), що є скороченням на понад 42% від піку.

Комбінований вплив: Це падіння спричинене не лише скороченням зібраної площі (на  $\approx 25\%$  від піку) через військові дії, але й зниженням урожайності (до 31,8 ц/га у 2024 р.) через несприятливі погодні умови, що посилює загальну кризу в галузі.

### 5. Технологічна ефективність

Перевага підприємств: Сільськогосподарські підприємства послідовно демонструють значно вищу урожайність (на  $\approx 30\%$  вищу, ніж у господарств населення) та формують більшу частину (майже 70%) валового збору. Це

підкреслює їхню провідну роль у забезпеченні виробництва завдяки кращому технологічному забезпеченню та доступу до ресурсів.

Основні культури: пшениця є стратегічною культурою (понад 55% валового збору зернових), а кукурудза залишається важливою фуражною складовою.

Зернова галузь Дніпропетровщини перебуває у стані глибокої адаптації до кризових умов. Хоча регіон має потужний потенціал (про що свідчить 2021 рік), його реалізація критично залежить від стабілізації клімату та безпекової ситуації. Зменшення площ через війну та волатильність урожайності через посухи є основними обмежувальними факторами, які ставлять під загрозу стійкість виробництва зерна в області.

## Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу [9, 53].

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ( $Ч_p^o$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ( $Ч_{TM}$ ):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при  $Ч_{TM} = 0,55$ ):

$$Ч_p^o = 7000 \times 0,55 = 3,9 \text{ приймаємо } 4 \text{ особи}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $Ч_p^d$ ) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 4 \times 0,25 = 1 \text{ приймаємо } 1 \text{ особу}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ( $Ч_p$ ) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 4 + 1 = 5 \text{ особ.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 9.1.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.22			
Розробив		Вакульчук Р.М			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 7,0 тис. т в Дніпропетровській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Кац А.К.					132	13
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуемого елеватору складає 6 чоловік.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	83	5
Керівники, фахівці	17	1
ВСЬОГО	100	6

## 9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховуємо в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ( $O_{\text{ПР}}$ ) визначають як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберіганню зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею.

Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ( $O_{\text{РП}}$ ) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн}, \quad (9.4)$$

де  $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$  – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн

$T_{\text{РП}}$  – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонн.

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів [54]

Назва робіт та послуг	Вартість, Т <sub>рп</sub> , грн/тонну.
Приймання з накопиченням у зерносховищах:	
з автотранспорту	172,6
Відпуск зерна	215,8
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби	5,2
Очищення зерна, грошових од./тонну/відс.	38,8
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	43,2
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	1249,5
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	113,9

### 9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 9.2. Зазначимо, що в даному нами передбачено зберігання зерна покладавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників [9, 53].

Таблиця 9.2 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О <sub>рп</sub> <sup>н</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т <sub>рп</sub> , грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, О <sub>рп</sub> , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	7,0	-	
- ранніх культур:	5,6	-	
- власного, в тому числі:	5,6	-	
- пшениця	2,8	172,6	483,28
- ячмінь	2,8	172,6	483,28
- пізніх культур:	1,4		
- власного, в тому числі:	1,4	-	-
- кукурудза	1,4	172,6	241,64
Відпуск зерна на автомобільний, в тому числі:	7,0	-	-

- ранніх культур:	5,6		
- власного, в тому числі:	5,6	-	-
- пшениця	2,8	215,8	604,24
-ячмінь	2,8	215,8	604,24
- пізніх культур:	1,4		
- власного, в тому числі:	1,4	-	-
- кукурудза	1,4	215,8	302,12
Зберігання зерна ( $\epsilon_{\text{сел}} \times 330$ діб): в тому числі:	$7,0 \times 330 = 2310$	-	-
- власного	2,31	5,2	12,01
Очищення зерна:	7,0	-	-
- власного	7,0	38,8	271,6
Сушіння зерна ранніх культур: $A_{\text{пр(ранніх)}}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2)$	$5,6 \times 0,4 = 2,24$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр(ранніх)}}^a \times \alpha_1 \times \alpha_2$	0,5	-	-
- власного	0,5	43,2	21,6
від вологості 12 % до 14 %: $A_{\text{пр(ранніх)}}^a \times \alpha_1$	0,5	-	-
- власного	0,5	43,2	21,6
Сушіння зерна пізніх культур $A_{\text{пр(пізніх)}}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2)$	$2,5 \times 0,4 = 1$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр(пізніх)}}^a \times \alpha_1 \times \alpha_2$	$1,7 \times 0,6 = 1,02$	-	-
- власного	1,02	43,2	44,06
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>3089,67</b>
<b>- власного</b>	-	-	<b>3089,67</b>
<b>- покладавця</b>	-	-	-

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожен одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб ( $T$ ) визначають за формулою [9]:

$$T_{\text{п}} = A_{\text{пр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де  $A_{\text{пр}}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{т}}$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{\text{п}} = 7000 / 20 = 350 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{\text{вп}}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{впр}} / E_{\text{т}}, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де  $A_{\text{впр}}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на автомобільний транспорту, тонн

$$T_{\text{вп}} = 7000 / 20 = 350 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ( $\Sigma T_{\text{лаб}}$ ) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (350 + 350) \times 1,10 = 770 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ( $BA_{\text{лаб}}$ ) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{\text{лаб}} = \Sigma T_{\text{лаб}} \times C_{\text{лаб.}}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де  $C_{\text{лаб.}}$  – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times P_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$  – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од. (приймати за узгодженням з керівником дипломного проєкту).

Для прикладу приймаємо  $P_{\text{пд}} = 2$  од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 9.3– Річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватору

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натураль-ному виразі, Орт <sup>Н</sup> , тис. од.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Тртп, грн/од.	Обсяг реалізації послуг підприємства, Ортп, тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,770	-	-
- власного	0,770	1249,5	962,12
- покладавця	-	-	-
Оформлення складського свідоцтва:	0,770	-	-
- власного	0,770	113,9	87,70
- покладавця	-	-	-
<b>ВСЬОГО, в тому числі:</b>	-	-	1049,82
- власного зерна	-	-	1049,82
- зерна покладавця	-	-	-

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 3164,87 тис. грн (табл. 9.4).

Таблиця 9.4 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види работ та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, Ортп, тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:	3089,67
- власного зерна	3089,67
- зерна покладавця	-
Послуги лабораторії, всього в тому числі:	1049,82
- власного зерна	1049,82
- зерна покладавця	-
<b>Всього</b>	4139,49
- власного зерна	4139,49
- зерна покладавця	-

#### 9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою [9, 53]:

$$C_p^{OD} = T_{PI}/(1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де  $T_{PI}$  – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

$P$  – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконують розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{PP}$ ) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_p^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де  $C_p^{OD}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проєкті закладено середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 172,6 / (1,0 + 0,3) = 132,8 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.5

Таблиця 9.5 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному у виразі, $O_{PI}^H$ , тис. т	Собівартість од. робіт та послуг, $C_p^{OD}$ , грн/тонн	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, $C_p^P$ , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	7,0	-	
- ранніх культур:	5,6		
- власного, в тому числі:	5,6		
- пшениця	2,8	172,6	483,28
- ячмінь	2,8	172,6	483,28
- пізніх культур:	1,4		
- власного, в тому числі:	1,4	-	-
- кукурудза	1,4	172,6	241,64
Відпуск зерна на автомобільний, в тому числі:	7,0	-	-
- ранніх культур:	5,6		
- власного, в тому числі:	5,6	-	-
- пшениця	2,8	215,8	604,24
- ячмінь	2,8	215,8	604,24
- пізніх культур:	1,4		

- власного, в тому числі:	1,4	-	-
- кукурудза	1,4	215,8	302,12
Зберігання зерна ( $C_{ел} \times 330$ діб): в тому числі:	$7,0 \times 330 = 2310$	-	-
- власного	2,31	5,2	12,01
Очищення зерна:	7,0	-	-
- власного	7,0	38,8	271,6
Сушіння зерна ранніх культур: $A_{пр(ранніх)}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2)$	$5,6 \times 0,4 = 2,24$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{пр(ранніх)}^a \times \alpha_1 \times \alpha_2$	0,5	-	-
- власного	0,5	43,2	21,6
від вологості 12 % до 14 %: $A_{пр(ранніх)}^a \times \alpha_1$	0,5	-	-
- власного	0,5	43,2	21,6
Сушіння зерна пізніх культур $A_{пр(пізніх)}^a \times (\alpha_1 + \alpha_2)$	$2,5 \times 0,4 = 1$	-	-
від вологості 17 % до 14 %: $A_{пр(пізніх)}^a \times \alpha_1 \times \alpha_2$	$1,4 * 0,6 = 0,8$	-	-
- власного	1,02	43,2	44,06
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,770	-	-
- власного	0,770	1249,5	962,12
- поклажодавця	-	-	-
Оформлення складського свідоцтва:	0,770	-	-
- власного	0,770	113,9	87,70
- поклажодавця	-	-	-
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>4139,49</b>
- власного	-	-	<b>4139,49</b>
- поклажодавця	-	-	-

### 9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_P$ ) нового елеватора визначають за формулою[9, 53]:

$$\Pi_P = \Sigma O_{рп} - \Sigma C_{р^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де  $\Sigma O_{рп}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн

$\Sigma C_{р^P}$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Так як підприємство не планує надавати послуги то і не матиме прибутку від прибуток від реалізації робіт та послуг

Прибуток від продажу власного зерна ( $\Pi_{р^B}$ ) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_{р^B} = \Sigma(O_{рп}^H \text{ відпуску } i \times Ц_i) - \Sigma C_{р^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де  $O_{РП}^H$  відпуску  $i$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. Це річний обсяг відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 4,5 тис. тонн.

$C_i$  – ціна 1 тонни зерна  $i$ -тої культури, грн/тонну. Так, для Дніпропетровській області середня ціна купівлі складає 8500 грн за 1 тонну зерна

$\Sigma C_P^B$  – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно приймемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме [9, 53]:

$$\Sigma C_P^B = 7,0 \times 8500 / 1,3 = 45769,2 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_P^B = \Sigma O_{РП}^H \text{ відпуску } i \times C_{cp} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де  $\Sigma O_{РП}^H$  відпуску  $i$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн.

$C_{cp}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну.

$$P_P^B = 7,0 \times 8500 - 45769,2 = 13730,8 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства ( $\Pi$ ) дорівнюватиме:

$$\Pi = P_P + P_P^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (9.15) значення:

$$\Pi = 0 + 13730,8 = 13730,8 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$ЧП = \Pi - \Pi \times СтП, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проекті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 13730,8 - 0,18 \times 13730,8 = 11259,3 \text{ тис. грн.}$$

## 9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою [9, 53]:

$$I = I_{\text{Буд}} + I_{\text{Уст}} + T + M + V_{\text{Н}} + V_3 + D - L + \Delta\text{ОК}, \text{ тис. грн.}, \quad (9.17)$$

де  $I_{\text{Буд}}$  – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{Уст}}$  – вартість придбання устаткування, тис. грн;

$T$  – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$M$  – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{Н}}$  – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_3$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

$D$  – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

$L$  – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

$\Delta\text{ОК}$  – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовуємо також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = \text{ПЗ} \times I_{\text{Пит}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де  $\text{ПЗ}$  – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{Пит}}$  – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проекті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ( $I_{\text{пит}}$ ) приймемо на рівні 80 дол. США на тонну місткості міні-елеватору. .

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 7,0 \times 3416 = 23912 \text{ тис. грн}$$

### 9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \% \quad (9.19)$$

$$R = (11259,3 : 23912) \times 100 = 47,1\%$$

### 9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій ( $T$ ) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП, роки}, \quad (9.20)$$

де  $I$  – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 23912 / 11259,3 = 2,1 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 2,1 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

### 9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.6.

Таблиця 9.6 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватору

№ №	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	7,0
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	4139,49
3.	Чисельність працівників, осіб	5

4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	827,9
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	4139,49
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5)	-
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	13730,8
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	11259,3
9.	Інвестиції, тис. грн	23912
10.	Строк окупності інвестицій, роки	2,1
11.	Рентабельність інвестицій, %	47,1

### Висновки

Проведений аналіз аграрного сектору Дніпропетровської області виявив суттєвий дефіцит наявних потужностей для якісного зберігання врожаю, що робить будівництво нового міні-елеватора місткістю 7,0 тис. тонн не лише доцільним, а й господарськи необхідним кроком. Реалізація цього масштабного інвестиційного проекту потребує капітальних вкладень у розмірі 23912 тис. грн. Згідно з обраною бізнес-моделлю, підприємство на початковому етапі планує зосередитися на обробці та зберіганні виключно власного зерна без надання послуг стороннім покладавцям, що дозволить генерувати стабільну річну виручку в обсязі 4139,49 тис. грн.

Особливу увагу варто звернути на високу організаційну ефективність майбутнього підприємства. При запланованій чисельності персоналу в 5 осіб, середньорічний обсяг продукції на одного працівника складатиме 827,9 тис. грн, що є високим показником продуктивності праці для даної галузі. Фінансові розрахунки переконливо свідчать про економічну успішність ініціативи: отриманий чистий прибуток (зокрема за рахунок додаткового обсягу робіт та послуг на суму 11259,3 тис. грн) дозволяє повністю повернути інвестовані кошти протягом 2,1 роки. Цей показник окупності є значно кращим за нормативний термін у 4 роки, а прогнозована рентабельність проекту сягає 47,1%.

Таким чином, запропонований проект демонструє комплексну ефективність. Окрім високих фінансових результатів, будівництво нового міні-елеватора має важливе соціальне значення завдяки створенню нових робочих

мість, а також відповідає екологічним стандартам, оскільки виробничий процес є безпечним для навколишнього середовища. Усе це підтверджує стратегічну важливість та економічну обґрунтованість реалізації проєкту в Дніпропетровській області.

## ВИСНОВКИ

Проведений аналіз зернового ринку свідчить про гострий дефіцит сучасних потужностей для зберігання збіжжя, який значно перевищує заплановану потужність об'єкта. Це підтверджує актуальність будівництва нового міні-елеватора місткістю 7,0 тис. тонн у даному регіоні як економічно обґрунтованого та господарськи необхідного кроку.

Економічна обґрунтованість створення міні-елеватора на 7 тис. тонн зумовлена суттєвою нестачею елеваторних потужностей у даному регіоні. Запланована структура приймання – 5600 т ранніх та 1400 т пізніх зернових – дозволяє досягти стабільного завантаження обладнання протягом року, покращити якість доробки зерна та вдосконалити систему логістичного управління.

У ході виконання технологічної частини проєкту було проведено розрахунки обсягів робіт та основного технологічного обладнання, що дозволило обґрунтувати склад виробничих ліній майбутнього підприємства. На основі проведених розрахунків було побудовано робочу схему руху зерна і відходів (РСРЗіВ), яка забезпечує оптимальний технологічний процес обробки і зберігання зерна у запланованих обсягах.

Для здійснення запланованих технологічних операцій у повному обсязі встановлено 2 основні норії марки НЦК-50 продуктивністю 50 т/год кожна, а також систему скребкових конвеєрів для подачі зерна на зберігання та його вивантаження з-під силосів. Для попереднього очищення зерна передбачено скальператор А1-БЗО-50, а для основного очищення – сепаратор А1-БЦС-50. Обрано автоматизовану зерносушарку «Agro Star» продуктивністю 10 т/год, що працює на природному газі. Додатково встановлено оперативні бункери для сирого та сухого зерна місткістю 100 т кожен.

Для зберігання зерна в обсязі 7,0 тис. т зерна прийнято 3 силоси марки ВВК.16.12.В12 виробництва AGI Frame з плоским дном, загальною місткістю 7065 тонн.

Бункер відпуск на авто розраховуємо з того, щоб забезпечити загрузку зерна ще однієї машини, без подачі зерна на відпускний бункер, а це 100 т. Марка FC-45 05/08, виробництва AGI Frame

Також побудовано зведений графік роботи, аналіз якого показує високу ефективність прийнятих рішень. Лінія приймання з автотранспорту працює безперервно, забезпечуючи своєчасну доробку всього обсягу надходжень. Все обладнання справляється з піковими навантаженнями, при цьому основна норія працює з оптимальними коефіцієнтами використання: 0,78 за часом та 0,69 за продуктивністю.

Технологічна схема дозволяє паралельно виконувати операції з приймання, очищення, сушіння та відвантаження зерна без затримок у потоці. Таким чином, результати розрахунків та графічного моделювання підтверджують, що все обладнання підібрано правильно і забезпечує безперебійну роботу міні-елеватора.

Впровадження комплексу енергоефективних рішень (компенсація реактивної потужності, оптимізація роботи трансформаторів та використання люмінесцентного освітлення) дозволило досягти річного економічного ефекту в розмірі 47074 грн. Це становить 7,72% від загальних річних витрат підприємства на електроенергію.

Розроблено схеми аспіраційних мереж для основного технологічного обладнання: норій НЦК-50, сепаратора БЦС-50 та скальператора А1-БЗО-50. Це забезпечує дотримання санітарних норм робочої зони та вибухобезпеку виробництва.

Запропонований генеральний план відповідає нормам раціонального використання території: коефіцієнт забудови становить 36,0%, мощення – 56,0%, а озеленення – 8,0%. Наведено повну характеристику нових будівель з урахуванням сучасних будівельних вимог.

Визначено основні потенційно небезпечні виробничі фактори та розроблено заходи щодо їх усунення. Окрему увагу приділено пожежній безпеці

та алгоритму дій персоналу під час повітряної тривоги, що є критично важливим в умовах воєнного стану.

Дослідження зернового сектору Дніпропетровської області показало, що попри воєнний стан та кліматичну нестабільність (посухи), регіон зберігає високий потенціал завдяки родючим ґрунтам та розвиненій логістиці. Виявлено тенденцію до домінування олійних культур (соняшник займає площу, аналогічну всім зерновим разом), що підкреслює потребу в універсальних потужностях для зберігання.

Для оцінки економічної привабливості проєкту проведено техніко-економічні розрахунки. Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка) прогнозується на рівні 4139,49 тис. грн. Підприємство характеризується високою автоматизацією та оптимізацією штату — для обслуговування елеватора достатньо 5 працівників. При цьому середньорічний виробіток на одного працівника становить 827,9 тис. грн/особу, що свідчить про високу продуктивність праці. Основне джерело доходу — прибуток від продажу власного зерна, який становить 13730,8 тис. грн. Після врахування всіх витрат та податкових відрахувань чистий прибуток підприємства складатиме 11259,3 тис. грн на рік. Загальний обсяг інвестицій у будівництво становить 23912 тис. грн. Інвестиції повністю повертаються за 2,1 роки, що є дуже коротким терміном для інфраструктурних об'єктів агросектору. Рентабельність інвестицій становить 47,1%, що значно перевищує середньоринкові показники та підтверджує високу фінансову стійкість проєкту.

Аналіз техніко-економічних показників підтверджує, що будівництво міні-елеватора в Дніпропетровській області є високорентабельним інвестиційним проєктом із швидким терміном окупності та високою ефективністю використання трудових ресурсів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбач С., Клименко І. Вплив воєнних дій на логістичні ланцюги експорту зернових з України. Проблеми економіки транспорту. 2023. № 2(30). С. 45–53.

2. Українська Зернова Асоціація. Оцінка втрат інфраструктури зберігання зерна внаслідок агресії РФ. Аналітичний звіт. Київ: УЗА, 2024. 28 с.

3. Петренко О. Л. Економічне обґрунтування переходу АПК України від сировинного експорту до глибокої переробки зерна. Економіка АПК. 2023. № 5. С. 14–22.

4. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Стан агропромислового комплексу в умовах воєнного стану: Інформаційна довідка. Офіційний веб-сайт. 2024. URL: [вставити реальне посилання, якщо відоме, або залишити опис].

5. Діденко, О. В., & Соколов, М. А. Аналіз ефективності використання альтернативних видів палива для зерносушарок в умовах енергетичної кризи. Зберігання і переробка зерна. 2023. № 2(1). С. 45-52.

6. Василенко П. М., Марченко В. В. Сучасні методи автоматизації та контролю якості зерна на елеваторах: термометрія та IoT-рішення. Техніка і технології АПК. 2022. № 4(118). С. 33–40.

7. Ковальчук Т. Г. Формування мережі "сухих портів" як елемент оптимізації аграрної логістики в умовах євроінтеграції. Логістика: теорія та практика. 2024. № 1(15). С. 67–75.

8. Коваленко Д. Нова географія елеваторів: як війна зміщує фокус на західні кордони та альтернативне паливо. Elevatorist.com. 2024, 15 березня. URL: [вставити реальне посилання].

9. Методичні вказівки до виконання розділів «Техніко-економічне обґрунтування», «Техніко-економічні показники» дипломного проекту на тему: «Будівництво нового елеватора» для студентів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань «Виробництво та

технології» освітніх програм «Технології зберігання і переробки зерна», «Кормова біоінженерія» денної та заочної форм навчання. / Укладачі: д.е.н., доц. Басюркіна Н.Й., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.е.н., доц. Свистун Т.В. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 31 с.

10. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2018 році [Електронний ресурс] /дані Державної служби статистики України // URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.04.2026).

11. Сільське господарство Дніпропетровської області: Статистичний збірник / [Головне управління статистики у Дніпропетровській області](#). – Дніпро, 2024. – 164 с.

12. Надходження культур зернових і зернобобових, олійних на підприємства, що займаються їхнім зберіганням і переробленням <https://www.ukrstat.gov.ua/>

13. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін. ; за ред. Г. М. Станкевича. — Одеса : КП ОМД, 2022. – 154 с.

14. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк. Т.І. та ін Т 381 Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 416 с

15. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Проектування підприємств галузі" [Електронний ресурс] : для студентів, що навчаються за навч. планом бакалаврів спец. 181 "Харчові технології", спеціалізації "Технології зберігання і переробки зарна" ден. і заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко, Т. В. Страхова, Л. К. Овсянникова, А. К. Кац ; відп. за вип. і ред. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. — Одеса : ОНАХТ, 2018. 61 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnv.BibRecord.164617>

16. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" [Електронний ресурс] : для студентів, що навчаються за освіт.-проф. програмою "Технології зберігання і переробки зерна" бакалаврів спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / Л. Д. Дмитренко ; відп. за вип. і ред. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса : ОНАХТ, 2021. 71с.  
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONANT.1897370>

17. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок.– Одеса-Київ: ДАК “Хліб України”, 1997. 72 с.

18. Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Атаназевич В.І. Сушіння зерна. К.: Либідь, 1997. 320 с.

19. Гапонюк О. І., Остапчук М. В, Станкевич Г. М., Гапонюк І. І. Активне вентилявання та сушіння зерна: навч. посіб. Одеса : ВМВ, 2014. 326 с.

20. Станкевич Г. М., Страхова Т. В. , Борта А. В. Сушіння зерна: підручник для студентів закладів вищої освіти, які навчаються за спец. "Технологія зберігання і переробки зерна" та працівників зернової галузі. Одеса : КП ОМД, 2021. 248 с.

21. Конспект лекцій з курсу "Технологія зберігання та сушіння зерна", розділ "Технологія елеваторної галузі" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології" ден. та заоч. форм навчання / А. К. Кац, Г. М. Станкевич, Л. К. Овсянникова ; відп. за вип. Г. М. Станкевич ; Каф. технології зберігання зерна. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – 47 с.  
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONANT.1534687>

22. Класифікація відходів зерна. Аудит обліку [Електронний ресурс] <https://elevator.com.ua/blog/klasifikatsiya-vidkhodiv-zerna-audyt-obliku> (дата звернення: 10.10.2025).

23. Яковенко А.І, Борта А.В Технологія зберігання та сушіння зерна: кількісно-якісний облік зерна: навч. посіб. / ; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2016. 174 с

24. Оперативний облік зернового складу. Види документів та їх рух. [Електронний ресурс] <https://elevator.com.ua/blog/operatyvnyy-oblik-zernovoho-skladu-vydy-dokumentiv-ta-yikh-ruk> (дата звернення: 02.10.2025).

25. ДСТУ ISO 14004:2006. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення (ISO 14004:2004, IDT). [Чинний від 2006-03-28]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 38 с. (Національний стандарт України).

26. AGI Frame. <https://www.aggrowth.com/en-em/commercial-brands/agi-frame>

27. Автоматизація виробництва <https://innovinprom.com/galuzevishennya/systemy-termometriyi>

28. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. - Львів:"Новий світ-2000", 2007. 500 с.

29. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С. Електрообладнання промислових підприємств К. Магнолія, 2019. 260 с.

30. Гузик Д. В., Федяй Б. М. Сучасні вентиляційні системи : навч. посіб. Полтава : ПолтНТУ, 2016. 183 с.

31. Рекомендації щодо компонування та розрахунків аспіраційних установок [Електронний ресурс] / <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok> (дата звернення: 28.02.2026).

32. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна /О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. 2012. с. 130

33. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Вентиляційні установки» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Укладачі О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький: ОНАХТ, 2014р. с.28.

34. Ткаченко О.С. Сучасний стан ефективності господарювання аграрних підприємств дніпропетровської області  
<https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/3068/1/1.pdf>

35. Суліма Н.М., Гуцул Т.А., Боровик Н.В. Формування ресурсного потенціалу аграрних підприємств в умовах інноваційного розвитку/ Економіка та суспільство №63, 2024 с. <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/4099-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-4013-1-10-20240625.pdf>

36. Филюк Г.М, Кучин С.П. Ринок зерна України: вплив внутрішніх факторів на пропозицію та продовольчу безпеку/ Актуальні проблеми економіки № 3 (285), 2025 с.221- 229

37. Агровигляд України 2024-2033. Центр досліджень продовольства та землекористування KSE. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad-2024-2033.pdf>

38. Агакерімова Р. Вплив війни в Україні на національну та глобальну продовольчу безпеку. Економіка та суспільство. 2023. № 50. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-53> Аналіз ринку зернових в Україні. 2024 рік. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analizrynka-zernovyh-v-ukraine-2024-god>

39. Агровигляд України 2024-2033. Центр досліджень продовольства та землекористування KSE. URL: <https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/03/Agroviglyad-2024-2033.pdf>

40. Артеменко Л., Мариненко Н., Крамар І., Гац Л. Продовольча безпека України в умовах військової агресії: стан та перспективи. Соціально-економічні

проблеми і держава (електронний журнал). 2023. Вип. 1 (28). С. 115-128. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23albstp.pdf>

41. Шевченко А., Петренко А., Іванюк Н. Продовольча безпека України в умовах війни та пріоритетні напрямки врегулювання її стану. Економіка та суспільство. 2024. Випуск №59. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3374>.

42. Агакерімова Р. Вплив війни в Україні на національну та глобальну продовольчу безпеку. Економіка та суспільство. 2023. № 50. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-53> Аналіз ринку зернових в Україні. 2024 рік. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analizrynka-zernovyh-v-ukraine-2024-god>

43. Стратегія продовольчої безпеки України на період до 2027 року: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23 липня 2024 р. № 684-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/684-2024-%D1%80#Text>

44. Вдвічі більше, або коли в Україні вирощуватимуть “європейські” врожаї. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3055176-vdvici-bilse-abo-koli-v-ukraini-virosuvatimutevropejski-vrozai.html>

45. . Лупенко Ю. Україна навіть зараз входить до десятки найбільших експортерів зернових. URL: <https://tyzhden.ua/iurij-lupenko-ukraina-navit-zaraz-vkhodyt-do-desiatky-najbilshykheksporteriv-zernovykh/>

46. Оновлена Стратегія розвитку Дніпропетровської області на період до 2027 року URL: [https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Rozvytok%20rehionu/Stratehii%20rozvytku/Stratehii%20rozvytku%20Dnipropetrovskoi%20oblasti%20do%202027%20roku/strategiya-rozvytku-2027\\_20250114.pdf](https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Rozvytok%20rehionu/Stratehii%20rozvytku/Stratehii%20rozvytku%20Dnipropetrovskoi%20oblasti%20do%202027%20roku/strategiya-rozvytku-2027_20250114.pdf)

47. Дніпропетровська область. Енциклопедія сучасної України URL: <https://esu.com.ua/article-22247>

48. Дніпропетровська обласна військова адміністрація URL: <https://adm.dp.gov.ua/>

49. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України – <https://minagro.gov.ua>.

50. Аналітичний портал «Latifundist» – <https://latifundist.com>.

51. Потужності зберігання зерна в Україні по областях — інфографіка. <https://elevatorist.com/blog/read/885-potujnosti-zberigannya-zerna-v-ukrayini-po-oblastyah--infografika>

52. Елеваторні втрати України через війну на червень 2023 року <https://uga.ua/news/elevatorni-vtrati-ukrayini-cherez-vijnu-na-cherven-2023-roku/>

53. Підприємництво та інвестиційна діяльність в харчовій і переробній промисловості: навчальний посібник / Т.В. Свистун; Н.Й. Басюркіна; С.Ю. Вігуржинська; за ред. Т.В. Свистун - Дніпро: Середняк Т. К., 2021, - 248 с.

54. Тарифи на послуги, що надаються зерновим складом ТОВ «АГРОГРАД В» на 2024/2025 рр. <https://agrogradv.com/taryfy-na-posluhy-shcho-nadayutsya-zernovym-skladom/>