

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:  
**«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в  
Хмельницькій області»**

Здобувача \_\_\_\_\_ Озерянський А.М.

—

(прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ IV \_\_\_\_\_ курсу \_\_\_\_\_ ТЗХ-41 б групи

Керівник \_\_\_\_\_ доц. Борта А.В.  
(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 \_\_\_\_\_ 08.06 2026 р., протокол № \_\_\_\_\_ 9 \_\_\_\_\_

Завідувачка кафедри \_\_\_\_\_ ТЗіК \_\_\_\_\_ Алла МАКАРИНСЬКА  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса 2026 р.

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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»
Освітньо-професійна програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувачка кафедри ТЗіК**

Алла МАКАРИНСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Озерянський Андрій Михайлович

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи 08.06.2026 р.

3. Вихідні дані; Місткість зерносховища 9800 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 8000 тонн, приймання зерна с залізничного транспорту 1800 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =8000 тонн (пшениці – 55%;, ячменю – 45%), пізніх культур – 1800 тонн (кукурудза – 65%, соняшник – 35%). Період заготівлі: ранніх культур 30 діб, пізніх – 24 доби. Частки зерна різної вологості: ранніх культур –  $a_0 = 0,65$ ;  $a_1 = 0,35$ , пізніх –  $a_0 = 0,7$ ;  $a_1 = 0,2$ ,  $a_2 = 0,1$ . Річний об'єм відпуску зерна на авто тр-т 8000 тонн., на залізничний транспорт – 1800 тонн. Тривалість відпуску на а/т:  $N=8$  міс.;  $T_m=23$  діб;  $T_d= 16$  год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т:  $K_m=1,5$ ;  $K_d=1,1$ ;  $K_T=1,15$ .

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 робота. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

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

Всього – 6 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (4 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); генеральний план (1 арк.).

6. Консультанти по кваліфікаційній роботі, із зазначенням розділів, 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>Доц. Борта А.В.</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: 01.12.2025

Керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Борта А.В.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

Озерянський А.М.

(прізвище, ініціали)

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>23.03-25.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>26.03-06.04</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>07.04-23.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>24.04-26.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>27.04-28.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>29.04-01.05</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>02.05-06.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>07.05-09.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>10.05-12.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>13.05-15.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05-20.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>21.05-22.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>23.05-25.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>26.05-27.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>30.05.</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>08.06.</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06.-19.06</i>	

Здобувач (ка)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Озерянський А.М.

(прізвище, ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

Борта А.В.

(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 (ка) \_\_\_\_\_

(підпис)

А.М.

(прізвище, ініціали)

Озерянський

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області». Робота представлена розрахунково-пояснювальною запискою на 145 сторінках, 23 таблиця, 56 джерел посилання, 13 рисунків та графічною частиною – 6 аркушах.

В відповідності із завданням на проектування передбачено зовнішню операцію з приймання зерна з автомобільного транспорту в об'ємі річного приймання  $A_{пр}^a = 8000$  т та приймання зерна с залізничного транспорту 1800 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур =8000 тонн (пшениці – 55%;, ячменю – 45%), пізніх культур – 1800 тонн (кукурудза – 65%, соняшник – 35%) відпуску зерна на автомобільний транспорт в об'ємі 8000 т та на залізничний транспорт в об'ємі 1800 т; операції по очищенню, сушінню, формування партій зерна за цільовим призначенням.

В склад кваліфікаційної роботи входять наступні графічні листи: генеральний план; загальний вид; плани і розрізи міні-елеватору; робоча схема руху зерна і відходів.

Кваліфікаційна робота бакалавра включає в себе наступні розділи: стан проблеми та перспективи її вирішення, техніко-економічне обґрунтування проекту, технологічну частину, енергозабезпечення та енергозбереження, аспірацію міні-елеватора, характеристику будівельних споруд; охорону праці, науково-дослідна частина та техніко-економічні розрахунки проектного підприємства.

Під час розроблення проекту враховано вимоги НТД з охорони праці, технологічні вимоги, норми генпроекування та запровадження новітніх технологій в галузі зберігання та переробки зерна

Розрахунок техніко-економічних показників показав доцільність будівництва міні-елеватору місткістю 9,8 тис тонн. Інвестиції у розмірі 37926 тис грн окупуються за 2,5 років, чиста приведена вартість проекту на кінець третього року складає 18116,22 тис грн.

Перелік ключових слів: металевий силос, пізні культури, елеватор, період заготівель, транспортне і технологічне обладнання, принципова та структурна схеми.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	10
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.....	10
1.2 Характеристика об'єкту .....	12
1.3 Мета і завдання проекту.....	14
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА МІСТКІСТЮ 9,8 ТИС.Т В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	15
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	23
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання.....	23
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	23
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	25
3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання.....	25
3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок.....	26
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	28
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання .....	31
3.1.4.1 Розрахунок основних норій.....	31
3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів.....	37
3.1.4.3 Самопливи.....	38
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв.....	38
3.2 Обробка і зберігання відходів .....	40
3.3 Проектування зерносховищ .....	48
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	49
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП.....	52
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів .....	54

3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	55
3.8 Система управління роботою елеватора.....	58
РОЗДІЛ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	61
РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА.....	71
РОЗДІЛ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД.....	88
6.1 Опис генплану .....	88
6.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору.....	93
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	97
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.....	103
РОЗДІЛ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА (НДЧ) .....	105
8.1 Вступ .....	105
8.2 Стан питання.....	105
8.3 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів...	107
8.4 Результати досліджень.....	107
РОЗДІЛ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	122
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	140

## ВСТУП

Джерело прибутку елеватора - зерно. Сьогодні більшість елеваторів в Україні будується агрохолдингами для власного використання. Пояснюється це просто. Великі компанії з року в рік збільшують свій банк землі, і, відповідно, отримують зростаючі врожаї зерна. «Скидати» його з полів за низькими цінами не вигідно. А зберігати в чужих елеваторах проблематично через їх недостатню кількість і високих тарифів [1].

Через перевищення попиту на послуги зберігання зерна над пропозицією, елеватори часто надають ці послуги низької якості, але за завищеними цінами. Тобто зберігання зерна на елеваторах має на меті знизити сезонність його постачання та продажу, адже в період жнив ринкова ціна на зерно мінімальна. І аграрії, які через брак потужностей для зберігання змушені продавати зерно відразу після жнив, несуть збитки. До того ж, елеватор створює додаткову вартість для свого власника, адже він поліпшує якість зерна, яке зберігається [2].

В Україні будівництво елеватора - це не питання економічної вигоди. Це питання безпеки сільгоспвиробника. Якщо хочеш мати гарантовану якість зерна і потрібний об'єм зберігання, то необхідно будувати свій елеватор [1].

Елеватор зерновий - це агрегат, як правило, складається з цілого комплексу. Він призначений для зберігання великих партій зерна і доведення його до відповідного кондиційного стану. Сучасне силосне обладнання дозволяє успішно вирішувати проблеми, пов'язані з очищенням, сушінням, зберіганням і транспортуванням сільськогосподарського зернового продукту [3].

Оснащення фермерського господарства міні-елеватором вимагає певних вкладень. Але практика показує, що перехід на автономну систему сушіння і зберігання зерна дозволяє окупити інвестиції за 3-4 роки.

Фермер не звертається до послуг елеваторів, за рахунок чого економить чималі кошти.

Але це ще не все – ресурсів міні-елеватора достатньо для того, щоб фермер не тільки економив, а й заробляв, надаючи елеваторні послуги іншим господарствам [4].

В результаті чого було прийнято рішення – будівництво власного міні-елеватора місткістю 9,8 тис. тонн, що буде оснащений транспортним та технологічним обладнанням вітчизняного та закордонного виробництва.

## Розділ 1

### СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

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

В Україні працює 100-150 елеваторів, які мають можливість забезпечити зберігання відповідно до нинішніх запитів ринку. Але при цьому Україна потребує будівництва додаткових 300-400 елеваторів, а це \$5–8 млрд інвестицій. Нині по країні налічується загалом 1237 зерносховищ, що забезпечують 45-50 млн тонн одночасного зберігання зернових. Попри поступове збільшення кількості елеваторів у регіонах України, проблема їхньої нестачі не вирішується. Справді, серйозним є нині фактор зношеності старих елеваторів. Адже урожайність росте, а разом з нею змінюються й потреби в ємностях зберігання. Особливо у тих господарств, які працюють над її підвищенням [5].

Тому питання забезпеченості елеваторами все ще залишається проблемою №1 для українських сільгоспвиробників.

Цього року вітчизняні агровиробники самі себе злякалися: вперше за всі роки домінування аграрної галузі в показниках зростання економіки й ВВП їм вдалось зібрати найбільший врожай. Валовий збір зерна значно перевищив минулорічний і застиг на вражаючих 107 млн т зернових та олійних. З одного боку, це беззаперечний привід для радості й гордощів. А з іншого — привід пометикувати: як, коли і за якою ціною продавати вирощене збіжжя. І якщо на неї сільгоспвиробник вплинути не може ніяк, особливо цього року, коли низькі закупівельні ціни спричинені таким самим рекордним їхнім зниженням на світовому, а відтак, і на українському ринках, то питання якісного зберігання, що дозволить з більшою користю для себе реалізувати вирощений врожай зернових у період пікової ціни на нього, більш-менш підвладне виробникам [6].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	<i>Лім.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					10	
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав. кафедр.</i>		Макаринська А.В.						

Наразі в Україні представлені елеватори різних типів [6]:

1. Заготівельні елеватори приймають зерно, очищують його від різного роду домішок, сушать і відвантажують споживачеві. Ємність такого устаткування становить 15-100 тис.т одночасного зберігання.

2. Виробничі елеватори зводяться при млинах, круп'яних, комбікормових, крохмалепатокових заводах і готові приймати 10-150 тис.т збіжжя.

3. Лінійні елеватори переважно призначені для тривалого одночасного зберігання зерна в обсязі 100-150 тис.т.

4. І найважливіші з точки зору експорту — перевалочні та портові елеватори, які будують на великих залізничних станціях, у морських портах

Попри поступове збільшення кількості елеваторів у регіонах України, проблема їхньої нестачі не вирішується. Адже лише 100-150 наявних елеваторів мають можливість забезпечити зберігання відповідно до нинішніх запитів ринку.

Український сільгоспвиробник втрачає, за різними даними, 10-20% свого врожаю саме через неправильне його зберігання. А якщо говорити про портові елеватори, то впродовж останніх років інвестори охоче вкладали кошти в їхнє будівництво, проте всі вони хочуть заробляти лише на оборотах і мало хто прагне займатися сушінням чи доопрацюванням зерна, навіть за наявності власних сушарок. Часто спеціалісти портового елеватора можуть відправити фермера доочистити чи досушити зерно на найближчому лінійному елеваторі [6].

Елеватор — це насамперед інструмент, що забезпечує процес зберігання зерна з подальшою його логістикою. А також дає можливість його власнику якісно виконувати свої зобов'язання перед покупцями.

Якщо прорахувати економіку надання послуг з приймання, зберігання й відвантаження зерна, то заготівельний елеватор як бізнес-проект має великий термін окупності інвестицій, що знижує його привабливість в очах потенційного інвестора. Проте вкладати в елеваторні потужності доведеться. По-перше, аби забезпечити якість своєї продукції. По-друге, щоб гарантувати виконання взятих на себе зобов'язань щодо відвантаження продукції. По-третє, аби продавати не щойно зібране збіжжя через страх втратити його, а робити це за найпривабливішої ринкової закупівельної ціни. Тому в таких випадках найчастіше надають перевагу будівництву власних міні-елеваторів [6].

Зараз роль елеваторів на зерновому ринку докорінно змінюється — з місць зберігання зерна вони перетворюються на своєрідні високотехнологічні інфраструктурні хаби. Багато фермерів, середніх та невеликих сільгоспвиробників мають власні склади, сушарки. Однак підлогові склади здебільшого не розраховані на великі обсяги та довготривале зберігання. А перевага сучасного промислового елеватора очевидна і полягає в якісному доопрацюванні, висушуванні зернових, у можливості сформувати великі товарні партії.

Стратегічно в кожного аграрія є план розвитку бізнесу. І саме так вибудовується його логіка інвестування в обладнання, машини, механізми тощо. Спочатку інвестиції йдуть в основне виробництво, яке забезпечує, наприклад, кращі показники врожайності та якості зерна. За ними слідує логістика і торгівля. Тому міні-елеватори — це просто інша сходинка виробничого процесу. Проте рано чи пізно все одно доведеться інвестувати у покращення логістики. Адже завдяки такому інструменту, як елеватор, можна суттєво поліпшити фінансові показники бізнесу в цілому. Безумовно, майбутнє України за малими фермерськими елеваторами [6].

## 1.2 Характеристика об'єкту

Елеватор, що проектується знаходиться в Хмельницькій області, займає 0,85 га ділянки неправильної форми. Тверді асфальтові покриття доріг сприяють розвитку торгівельних відносин з іншими підприємствами зернової галузі.

Основний вид діяльності підприємства - вирощування сільськогосподарських культур (пшениці, ячменю, кукурудзи та соняшнику).

Міні-елеватор, що проектується може за сезон заготівель прийняти на зберігання приблизно 9 800 тон зерна зернових культур.

Дане підприємство виконує наступні важливі операції:

- приймання;
- доведення до базисних кондицій (очистка, сушіння);
- відпуск зерна.

Прийом зерна включає наступні операції:

- визначення якості зерна;
- визначення ваги;
- розвантаження автомобілів;
- транспортування та обробка зерна (очистка, сушіння) у зерносховищах для подальшого формування партій зерна.

Зерно, яке надійшло на підприємство підлягає аналізу, за показниками якого визначають його якість. Проби відбирають з кожної окремої партії зерна, що надходить автомобільним транспортом. Приймання зернових культур йде у відповідності до встановлених норм показників якості.

Для швидкого та якісного приймання і обробки зерна на елеваторі є :

- стаціонарні пункти розвантаження зерна з автомобільного та залізничного транспорту;
- автомобілерозвантажувачі марки ГУАР - 30;
- ланцюгові та скребкові транспортери;
- вертикальні транспортери (норії) марки НЦ;
- сепаратор для попереднього та основного очищення АІ - БЗО-100 та АІ – БІС - 50;
- зерносушарка марки «Україна»;
- стаціонарні точки відвантаження зерна на автомобільний та залізничний транспорт.

На території знаходиться 5 силосів з плоским днищем типу СВН 1451/16 по 2000 т кожен; 1 робоча башта, в якій розміщені дві основні норії продуктивністю 100 т/год, сепаратор для попереднього очищення типу АІ - БЗО-100 продуктивністю 100 т/год та сепаратор для основного очищення марки АІ – БІС – 50 продуктивністю 50 т/год,. Зерносушарка марки «Україна» продуктивністю 50 пл. т/год, укомплектована досушільним та після сушільним бункерами, місткістю 500 тонн кожен.

В плані передбачені такі будівлі: лабораторія візирувальна та виробничо-технологічна, котельня, вагова, пост охорони, адміністративний корпус, побудові приміщення, майстерні, трансформаторна, компресорна та склад пожежно-мастильних матеріалів.

### 1.3 Мета і завдання проекту

Одним із найважливіших шляхів зменшення втрат і підвищення якості продукції є очевидне забезпечення кожного господарства власним сучасним зерносховищем. Так, в аграрно розвинених країнах до 80% урожаю зберігається в його виробника. Так як більша частина наявних нині елеваторів в Україні потребує значної технічної модернізації, хоча і активно будуються нові сучасні пункти зберігання зерна, однак поки що таких сучасних зберігальних підприємств у країні недостатньо, і ринок змушений й надалі використовувати застарілі елеваторні потужності [7].

Мета нашої роботи – спроектувати новий міні-елеватор, який буде задовольняти сучасні вимоги будівництва, буде економічно вигідним та потужним. А задача нашого проекту полягає в тому, щоб побудувати новий сучасний міні-елеватор, який збільшить зерновий обіг в країні, що, в свою чергу, зміцнить економічну сторону країни за рахунок того, що в проєкті передбачається встановлення обладнання вітчизняного виробництва.

В нашому випадку планується будівництво міні-елеватору в якому:

- комплекс оснащується всіма необхідними транспортерними пристроями, що дозволяє вирішувати різні завдання переміщення зерна в межах міні-елеватора;
- технологічне обладнання розміщується таким чином, щоб забезпечити зручність обслуговування і ремонту всіх вузлів модуля;
- лінії приймання зерна будуть забезпечувати розвантаження без простоїв;
- сепаратор забезпечить як попереднє, так і основне очищення всього прийнятого зерна в потоці приймання;
- зерносушарка буде справлятися із сушінням вологого зерна та працювати впродовж найбільш навантаженої зміни без простоїв.

## Розділ 2

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора в Хмельницькій області місткістю 9,8 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Будівництво – створення нових виробничих потужностей, які не існували раніше, на виділеній промисловій площадці у визначеному регіоні.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проєкт будівництва такого підприємства з метою отримання додаткового прибутку, охоплення більшого сегменту ринку, просування продукції на експорт, постачання високоякісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме укріпленню іміджу підприємства і покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні [8].

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини в Хмельницькій області, в якому визначаємо наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства. Розрахунок заснований на даних Державної служби статистики України про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (див. табл. 2.1).

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Озерянський А.М			«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					15	145
<i>Консультант</i>		Басторкіна Н.Й.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.						

**Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2025 рік [9, 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>
Хмельницка	333,6	66,0	2201,1

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

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

де  $U_{\text{базова}}$  – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проєкту будівництва нового міні-елеватора, у даному прикладі – у 2025 році), ц/га;

$U_{\text{прогноз}}$  – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2028 році), ц/га;

$K_y$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою [9 - 14].

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

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

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

Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховують за формулою:

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

де  $ПЛ_{\text{прогноз}}$  – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проєкту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2025 році), га;

$ПЛ_{\text{базова}}$  – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2028 році), га;

$K_{\text{пл}}$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховують за формулою [8]:

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

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

$t$  – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проєкту, 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 Хмельницькій 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 2028 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2028 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2025 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2025 до 2028 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто  $t = 4$  роки (1 рік – 2025, 2 рік – 2026, 3 рік – 2027, 4 рік – 2028).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2028 році, розрахована за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 66,0 \times (1,07)^4 = 86,51 \text{ ц/га},$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Хмельницькій області у 2028 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 333,6 \times (1,06)^4 = 421,2 \text{ тис. га}.$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Хмельницькій області у 2021 році, який визначаємо за формулою:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (421,2 \times 86,51)/10 = 3643,8 \text{ тис. т}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

**Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур  
в Хмельницькій області у 2028 р.**

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. т
1	2	3	4 = 2x3
Хмельницька	421,2	86,51	3643,8

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. В даному випадку їх прогнозна сумарна місткість (МЗ<sub>прогноз</sub>) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

$$МЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - С_{\text{сг}} + I_{\text{р}}, \text{ тис. т} \quad (2.6)$$

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

С<sub>сг</sub> – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Хмельницькій області складає 20 % від валового збору), тис. т;

$I_p$  – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Хмельницькій області складає 0,5 % від валового збору), тис. т.

Далі виконаємо необхідні розрахунки:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Хмельницької області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 3643,8 = 728,76 \text{ тис. т.};$$

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

$$I_p = 0,005 \times 3643,8 = 18,22 \text{ тис. т.}$$

У нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Хмельницькій області у 2028 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 3643,8 - 728,76 + 18,22 = 2933,26 \text{ тис. т}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

**Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Хмельницькому регіоні у 2028 році, тис. тонн**

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2028 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{CG}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, $I_p$	Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5 = 2-3+4</b>
Хмельницька	3643,8	728,76	18,22	2933,26

В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ( $\Delta ПЗ$ ) можна визначити як різницю між прогнозною сумарною

місткістю ( $MZ_{\text{прогноз}}$ ) та сумарними потужностями зерносховищ ( $\Sigma\PiЗ_i$ ) за формулою 2.7:

$$\Delta\PiЗ = MZ_{\text{прогноз}} - \Sigma\PiЗ_i, \text{ тис. т} \quad (2.7)$$

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

$\Sigma\PiЗ_i$  – сумарна потужність  $i$ -тих зерносховищ, тис. т (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. т.

Так, за даними на початок 2026 року в Хмельницькій області існують зерносховища загальною місткістю 2400 тис. т, тому можна визначити  $\Delta\PiЗ$ :

$$\Delta\PiЗ = 2933,26 - 2400 = 534 \text{ тис. т}$$

На основі аналізу показника  $\Delta\PiЗ$  можна зробити висновки про дефіцит зерносховищ в Хмельницькій області, про що свідчать і показники.

$$\Delta\PiЗ = 534 \text{ тис. т} > 0,$$

$$\Delta\PiЗ \geq \PiЗ, \text{ тобто } 534 > 9,8 \text{ тис. т,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 9,8 тис. т є доцільним та обґрунтованим.

Оскільки розрахунки підтвердили доцільність побудови зерносховища в даному регіоні, далі потрібно за допомогою значення коефіцієнта обороту ( $K_o$ ) місткості для елеватора, що проектується, розрахувати вантажооборот. В дипломному проєкті зерносховище повинно мати місткість 9,8 тис. т.

Вантажооборот ( $B$ ) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

$$B = K_o \times \PiЗ, \text{ тис. т,} \quad (2.8)$$

де  $\PiЗ$  – запланована потужність (місткість) елеватора, що проектується, тис. т;

$K_0$  – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для хлібоприймального підприємства з зерносховищами складського типу  $K_0 = 0,8 \dots 1,0$ .

$$B = 1 \times 9,8 = 9,8 \text{ тис. т}$$

Для даного прикладу вихідні дані для розробки проекту будівництва міні-елеватора є наступними (табл. 2.4):

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

Показники	Значення
<b>Місткість проєктуємого елеватора, тон</b>	<b>9800</b>
Область	Хмельницька
<b>Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, <math>A^a_{пр}</math>, тонн/рік, у тому числі:</b>	<b>8000</b>
<b>Загальний річний об'єм приймання зерна з залізничного транспорту, <math>A^{зал}_{пр}</math>, тонн/рік, у тому числі:</b>	<b>1800</b>
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A^{a(p)}_{пр}$ , т/рік	8000
Пшениці (% від обсягу ранніх культур)	55
Ячменю (%)	45
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) $\alpha_0$	0,65
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,35
Період заготівель ранніх культур, $P_r$ , діб	30
<b>Річний об'єм приймання пізніх культур, <math>A^{a(n)}_{пр}</math>, тонн/рік</b>	<b>1800</b>
Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур)	65
Соняшник (% від обсягу пізніх культур)	35
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15%) $\alpha_0$	0,70
Вологе (W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,20
(W понад 17-22 вкл. %) $\alpha_2$	0,10
Період заготівель пізніх культур, $P_p$ , діб	24
Тривалість роботи підприємства у добу, $T_d$ , год.	23
<b>Загальний річний об'єм відпуску зерна на автотранспорт, <math>A^a_{впр}</math>, т/рік</b>	<b>8000</b>
<b>Загальний річний об'єм відпуску зерна на залізничний транспорт, <math>A^{зал}_{впр}</math>, т/рік</b>	<b>1800</b>
Кількість місяців відпуску зерна на а/т на рік, N, міс.	8
Тривалість відпуску зерна на а/т за місяць, $T^a_{вп м}$ , діб	23
Тривалість відпуску зерна на а/т за добу, $T^a_{вп д}$ , год.	16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпуску на а/т, $K^a_{вп м}$	1,5
Коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на а/т, $K^a_{вп д}$	1,1
$K^a_{вп г}$ Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпуску зерна на а/т,	1,15

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Хмельницької області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 9,8 тис. т в Хмельницькій області.

## Розділ 3

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### Основні розрахункові положення

#### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

У період заготівель приймаються ранні культури, загальний об'єм яких складає – 8 тис. тонн з автомобільного транспорту та протягом подальшого часу – 1,8 тис. тонн з залізничного транспорту. Оскільки рані культури приймаються у короткі терміни, подальші розрахунки проводяться за ними.

##### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

##### Приймання зерна автомобільним транспортом

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий погодинний об'єми для ранніх і пізніх культур визначається окремо за формулою:

$$A_{нд.}^a = \frac{0,8 \cdot A_{np} \cdot K_o^a}{P_p} \text{ т / добу}, \quad (3.1);$$

де  $P_p$  – період заготівель, діб.

$K_o^a$  – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна приймається значення  $K_o^a = 1,8$ .

$$A_{нд.}^p = \frac{0,8 \cdot 8000 \cdot 1,8}{15} = 768 \text{ т / добу}.$$

Погодинний об'єм приймання зерна з автотранспорту визначається за формулою:

$$A_{нг.}^p = \frac{A_{нд.}^a \cdot K_z^a}{T} \text{ т / год}, \quad (3.2);$$

де  $K_z^p$  – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна з автотранспорту, приймають значення  $K_z^p = 1,8$ .

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					23	145
Консультант		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41,6 1		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						

$$A_{нг.}^p = \frac{768 \cdot 1,8}{20} = 69 \text{ т / год.}$$

### Відпуск зерна на автомобільний транспорт

При відпуску зерна на автомобільний транспорт розрахунковий добовий об'єм визначають за формулою:

$$A_{від.}^a = \frac{A_{від.}^{a/m} \cdot K_{\partial}^a}{N} \text{ т / добу,} \quad (3.3);$$

де  $K_m^a, K_{\partial}^a$  – коефіцієнти погодинної і добової нерівномірності відпускання зерна, що дорівнюють 1,7 і 1 відповідно.

$N$  - кількість діб.

$$A_{від.}^a = \frac{8000 \cdot 1,7}{20} = 680 \text{ т / добу,}$$

Погодинний об'єм відпуску зерна на автотранспорт визначається за формулою:

$$A_{від.}^{ang} = \frac{A_{від.}^a \cdot K_{\partial}^a}{N} \text{ т / год,} \quad (3.4);$$

де  $N$  - кількість годин відпуску зерна на добу.

$$A_{від.}^a = \frac{680 \cdot 1,8}{8} = 153 \text{ т / год,}$$

### Приймання зерна з залізничного транспорту

При прийманні зерна з залізничного транспорту розрахунковий добовий об'єм визначають за формулою

$$A_{нд.}^z = \frac{K_m^z \cdot A_{np}^z \cdot K_{\partial}^z}{330}, \text{ т / добу} \quad (3.5);$$

$$A_{нд.}^z = \frac{1800 \cdot 2 \cdot 2,5}{330} = 27 \approx 70 \text{ т / добу}$$

де  $K_m^z, K_{\partial}^z$  – коефіцієнти місячної і добової нерівномірності відпускання зерна, що дорівнюють 2 і 2,5 відповідно [15 -16].

Витрати часу на:

- завантаження однієї подачі вагонів  $T_{зв} = 3 \text{ год } 40 \text{ хв } (3,66 \text{ год}),$
- прибирання групи вагонів і подачу наступної партії  $T_{пн} = 2 \text{ год.}$

Добовий об'єм відпуску зерна складає 1 подача, 1 вагон, розрахунковою ємністю 70 тонн. Цілком маршрут подати і розмістити на прийомних коліях підприємства не завжди можливо. Тому маршрут ділять на подачі вагонів. Для конкретних адрес будівництва і реконструкції вантажопідйомність, число і місткість подач встановлюють органи Укрзалізниці. У свою чергу, кожна подача може складатися з такої кількості вагонів, яку розмістити цілком на робочих шляхах всередині підприємства також не можна. Тому подачу вагонів можуть ділити на групи. Зерно у вагонах однієї групи зазвичай вантажать однакової якості і розвантажують (вантажать) його через одну точку. Розрахункову місткість вагонів по зерну приймають рівною 70 тоннам. Час на маневрові роботи визначається шляхом ділення довжини залізничних колій на розрахункову швидкість руху складу (12 км/год).

### **Відпускання зерна на залізничний транспорт**

При відпусканні зерна на залізничний транспорт розрахунковий добовий об'єм визначається за формулою

$$A_{\text{до.}}^z = \frac{K_m^z \cdot A_{\text{пр}}^z \cdot K_d^z}{330}, m / \text{добу} \quad (3.6);$$

$$A_{\text{до.}}^z = \frac{1800 \cdot 2 \cdot 2,5}{330} = 27 \approx 70m / \text{добу}$$

де  $K_m^z, K_d^z$  – коефіцієнти місячної і добової нерівномірності відпускання зерна, що дорівнюють 2 і 2,3 відповідно. Маршрут складається з одної подачі:

1 подача, складає 1 вагон, розрахунковою ємністю 70 тонн.

### **3.1.2. Розрахунок основного технологічного обладнання**

#### **3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання**

Все зерно, сире та вологе, що надходить автотранспортом на елеватор, підлягає попередньому очищенню від грубих та легких домішок в потоці приймання і основному очищенню від відокремлюваних домішок з метою покращення процесу сушіння. Тому попередньо встановлюється скальператор для

вилучення грубих домішок. Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення визнаємо за формулою:

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{\Pi_p} \cdot \left( \frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right) m / год, \quad (3.7);$$

де  $\Pi_p$  – період заготівель, дїб.

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

$A_1$  – пшениця – 50% (4000 т.);

$A_2$  – ячмінь – 20% (1600 т.);

$A_3$  – соняшник – 10% (800 т.);

$A_4$  – кукурудза в зернах – 20% (1600 т.).

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

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{15} \cdot \left( \frac{4000}{1} + \frac{1600}{0,8} + \frac{800}{0,5} + \frac{1600}{1} \right) = 28 m / год.$$

Кількість сепараторів основного очищення  $N_c$  визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_c} шт, \quad (3.8);$$

де  $Q_c$  – паспортна продуктивність сепаратора т/год.

$$N_c = \frac{28}{50} = 0,56 шт.$$

Приймаймо один сепаратор типу А1-БІС-50, продуктивністю 50 т/год.

### 3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

Розрахунок необхідної кількості зерносушарок і їх потрібної продуктивності має враховувати наступні вимоги:

- сушку зерна необхідно забезпечити в обсязі середньодобового надходження;
- зерносушильне обладнання проектованого підприємства має забезпечувати своєчасну сушку одночасно надходять різноякісних партій зерна;

- вибір типу і продуктивності зерносушарки повинен бути заснований на фактичній кількості зерна, яке може просушити зерносушарка за період заготовок;

- кількість типорозмірів зерносушарок на підприємстві слід приймати мінімальним (не більше трьох);

- місткість оперативних ємностей для сирого і сухого зерна приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки протягом восьми годин.

Число партій, що вимагають сушіння і їх відносна величина в обсязі заготівель, залежно від кліматичної зони, де розташоване проектоване підприємство.

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначають враховуючи культури.

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot A^a_{p.}}{P_p} \cdot (\alpha_1 \cdot K_{\kappa}^3 + \alpha_2 \cdot K_{\kappa}^3) \text{ пл.т./доб.} \quad (3.9);$$

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot 8000}{15} \cdot (0,2 \cdot 1 + 0,2 \cdot 0,91) = 162 \text{ пл.т./доб.}$$

де  $A^a_{n_2}$  – маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівлі.

$K_{\kappa}^3$  – коефіцієнт перерахунку маси просушеного зерна в планові одиниці при сушінні різних культур.

$$K_{cc} = \frac{A_1 \cdot K_1 + A_2 \cdot K_2 + A_n \cdot K_n}{A} \quad (3.10);$$

де  $A_1 + A_2 + \dots + A_n$  – маса зерна різних культур, що надходить на підприємство протягом всього періоду заготівель – 8000 т.

$A_1$  – пшениця – 50% (4000 т.);

$A_2$  – ячмінь – 20% (1600 т.);

$A_3$  – соняшник – 10% (800 т.);

$A_4$  – кукурудза в зернах – 20% (1600 т.);

$K_1 + K_2 + \dots + K_n$  – коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки, при переході з однієї культури на іншу.

$$K_{cc} = \frac{4000 \cdot 1,0 + 1600 \cdot 1,66 + 800 \cdot 1,05 + 1600 \cdot 1,82}{8000} = 1,2 .$$

Продуктивність зерносушарки визначається за формулою:

$$A_c^{z/c} = \frac{A_{c.c}}{20,5 \cdot K_{cc}} \text{ пл.т./год.} \quad (3.11);$$

де 20,5 – число часів роботи зерносушарки протягом доби, год.

$K_{cc}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності при переході з однієї культури на іншу.

$$A_c^{z/c} = \frac{162}{20,5/1,2} = 9,5 \text{ пл.т./год.}$$

Виходячи з добових об'ємів сушіння приймаємо за основу прямооточійну зерносушарку, яка задовольняє даним об'ємам, зерносушарку «Україна» продуктивністю  $Q = 50$  пл.т./год., оскільки встановлення зерносушарки більш малої продуктивності може призвести до зниження продуктивності приймання зерна.

Розрахункова маса зерна, яку може просушити зерносушарка за період заготівель ранніх культур, перевіряється за формулою:

$$A_c^{z/c} = 20,5 \cdot Q_c^{z/c} \cdot K_{nep} \cdot P_p \cdot K_o, \text{ пл.т.} \quad (3.12);$$

$$A_c^{z/c} = 20,5 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 0,82 = 12608 \text{ пл.т.}$$

Зерносушарка «Україна» справляється з об'ємом сушіння всіх культур за період заготівель. Зерносушарку запроектовано в комплексі з накопичувальними і оперативними бункерами. Загальну місткість накопичувальних оперативних бункерів для сирого і сухого зерна приймаємо з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин, приймаємо не менш – 500 т.

### 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Черговість і взаємний зв'язок окремих етапів виробничого процесу показують у вигляді схем, які дають наочне уявлення про місце транспортних і технологічних операцій у технологічному процесі.

При характеристиці технологічного процесу зернохвищ використовують три види схем: структурну, принципову і робочу. Ці схеми в названій послідовності впливають одна з іншою в міру конкретизації.

Структурна схема роботи елеватора – це схема, в якій вказано послідовність операцій, які виконуються в зерносховищі, з вказуванням процентних об'ємів зерна кожній операції.

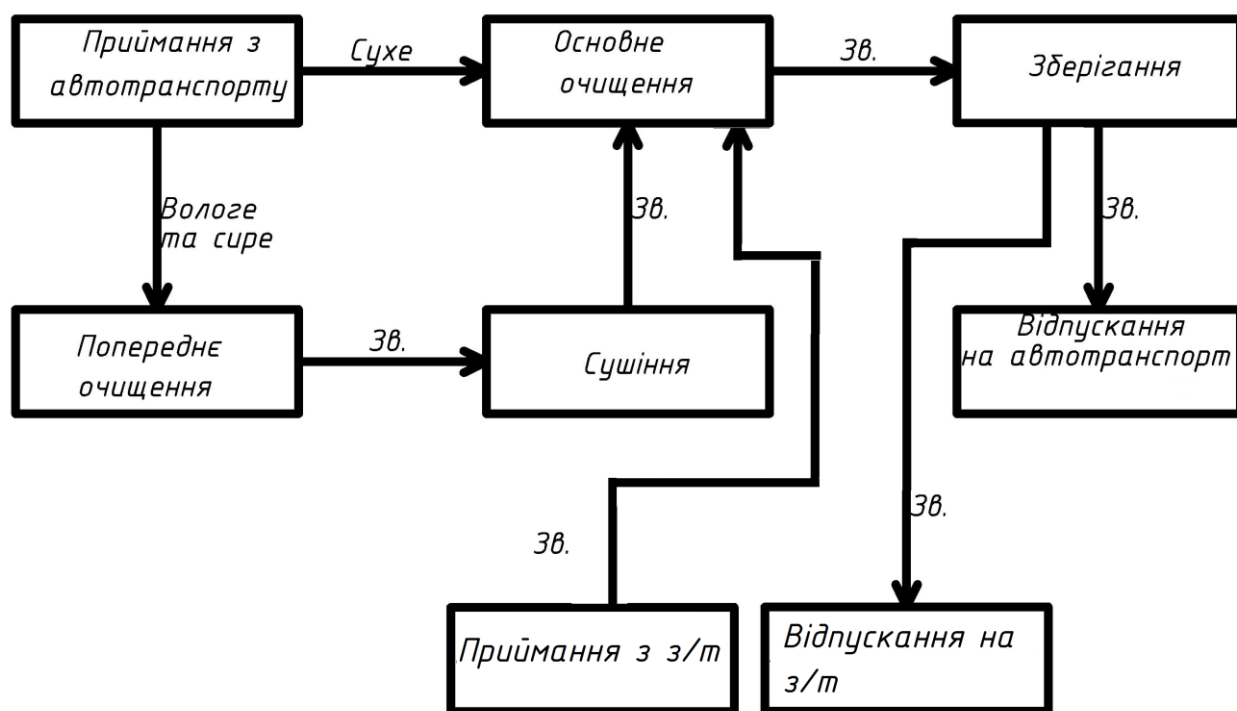


Рис. 3.1 – Структурна схема роботи міні-елеватора.

Все зерно, що надійшло до робочої башти зважують, пропускають через зерноочисні машини, при необхідності сушать, а потім другою норією піднімають вгору і направляють в надсилосний транспортер, який розвантажує зерно в силоси на зберігання.

Принципова схема будується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюваний бункер чи силос.

У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення.

Принципова схема роботи зерносховища – це схема, на якій наведено технологічне обладнання та операції, які виконуються на виробничій дільниці.

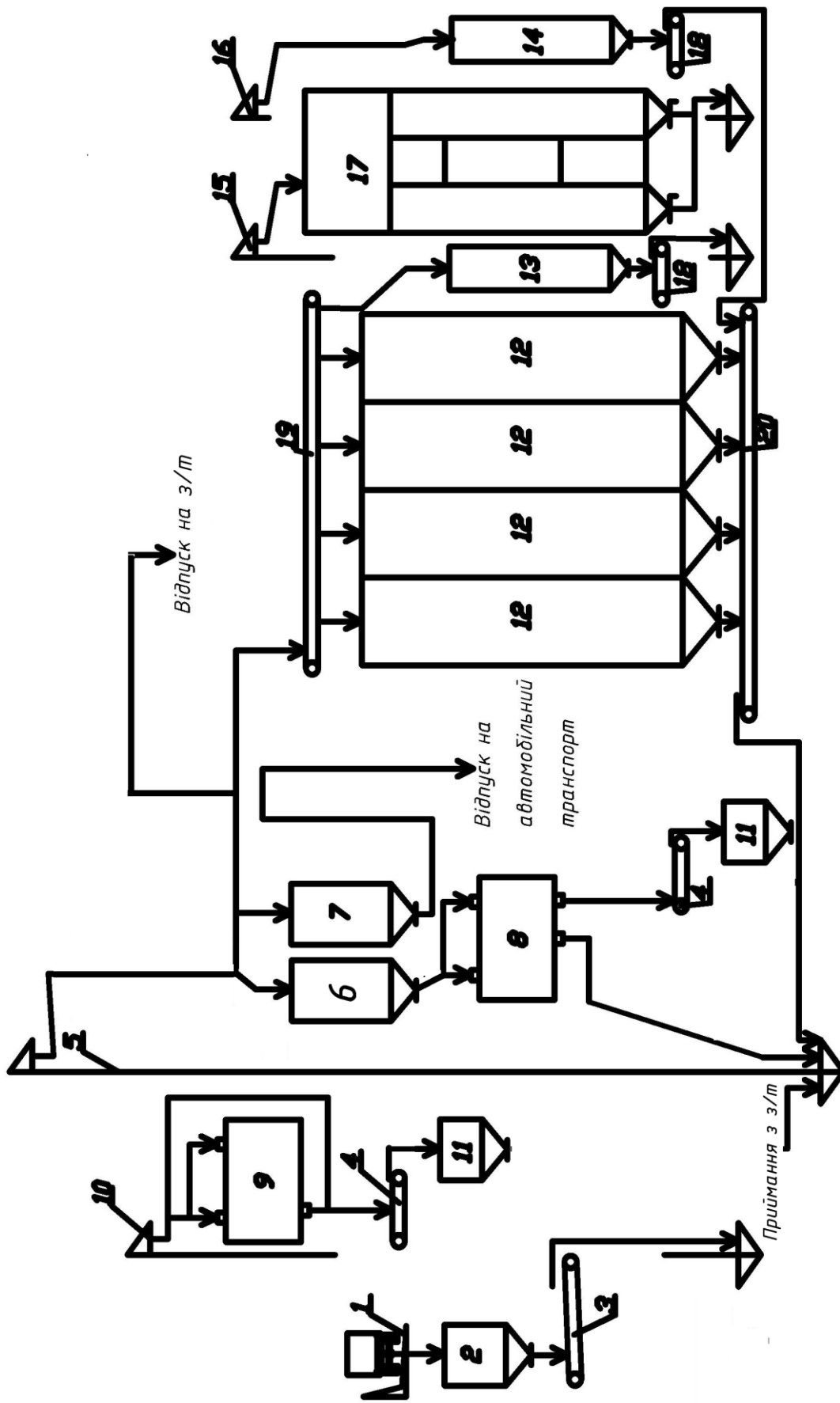


Рис. 2.6 – Принципова схема роботи проектуємого елеватора  
 1-автомобілерозвантажувач; 2-приймальний дункер;3-приймальний конвеєр; 4-конвеєр для відходів; 5-основна норія робочої башти;6-накопичувальний дункер 7-відпускний накопичувальний дункер; 8-сепаратор;  
 9-скальператор;10-норія; 11-дункер для відходів;12-металеві силоси;13-післясушительний силос;14-досушительний силос;15-норія вологого зерна;16-норія сухого зерна;17-зерносушарка;18-спеціалізований конвеєр;19-надсилосний конвеєр;20-підсилосний конвеєр;

Принципова схема 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 зерносховища 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.

Технологічний процес виробничої ділянки 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, а потім на стрічкові конвеєри. Норією зерно подається на попереднє очищення, або відразу на сушіння, або на норію завантаження силосів. Після попереднього очищення зерно подається на сушку в зерносушарку, звідки воно йде на доочищення або на норію завантаження силосів. Відходи прибираються за допомогою автотранспорту. Сухе очищене зерно подається на зберігання в склад з допомогою норії. Вивантаження зерна із складу здійснюється на нижній конвеєр і далі на норію.

### **3.1.4 Розрахунок транспортуючого обладнання**

#### **3.1.4.1 Розрахунок основних норій**

3.1.4.1.1 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;

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

3.1.4.1.2 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.

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

3.1.4.1.4 Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи:

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 *m/god*).

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

3.1.4.1.5 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

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^{\text{а}} + 0,5 \cdot (A_{\text{пд}}^{\text{з}} + A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}), m \quad (3.13)$$

де  $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{з}}$ ,  $A_{\text{пд}}^{\text{річ(морськ)}}$  – добовий обсяг надходження зерна на підприємство автомобільним транспортом,  $m$ ;

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.

$$A_{\text{очд}} = 768 + 0,5 \cdot (70 + 0) = 203 m$$

– сушіння зерна у добовому обсязі

$$A_{\text{сд}} = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^{\text{а}}}{\text{Пр}} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^{\text{а}}}{\text{Пр}} (1 - \alpha_0) = A_{\text{пд}}^{\text{а}} (1 - \alpha_0), m \quad (3.14)$$

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

$$A_{\text{сд}} = 768 (1 - 0,65) = 268 m/\text{добу}$$

**3.1.4.1.6 Перший етап розрахунку основних норій** – визначення мінімальної продуктивності норій з умови виконання лімітуючої операції в нормативний час не більше ніж двома норіями.

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

$$Q_{\text{min}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{пг}}^{\text{а}}}{n_{\text{о}} \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}} \quad (3.15)$$

де  $A_{\text{пг}}^{\text{а}}$  — розрахункове погодинне надходження зерна автотранспортом,  $t/\text{год}$ ;

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

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

$$K_{\text{вс}} = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\text{п}} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1 \quad (3.16)$$

де  $K_{\text{п}} = 0,85$  для тихохідних норій і  $K_{\text{п}} = 0,7$  для швидкохідних норій (значення  $K_{\text{п}}$  приймають відповідно до норм).

$$K_{\text{вс}} = (0,1 + 0 + 0) \cdot 0,85 + (1 - 0,1 - 0 - 0) \cdot 1 = 0,985$$

$$Q_{\text{min}}^{\text{а}} = \frac{69}{2 \cdot 0,985 \cdot 0,8} = 43,8 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

Отримане розрахункове значення мінімальної продуктивності дорівнює 43,8 т/год, тому приймаємо мінімальну паспортну продуктивність основних норій  $Q_1$  такою, що дорівнює 50 т/год.

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

Перелік операцій із зерном, здійснення яких планується на елеваторі, встановлюється в завданні на проектування.

Розрахунок кількості норій, необхідних для виконання операцій, що збігаються у часі, наведені в табл. 3.1 і з урахуванням приміток до неї.

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

№п/п	Операції, які збігаються у часі	Формула	Число норій при $Q_{\min}=100$ т/год.
1.	Приймання зерна з автотранспорту	$n_n^a = \frac{A_{nz}^a}{Q \cdot K_\epsilon \cdot K_n} = \frac{69}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,80}$	1,0
2.	Відпуск зерна на автомобільний транспорт	$n_n^a = \frac{A_{nz}^a}{Q \cdot K_\epsilon \cdot K_n} = \frac{153}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,85}$	2,1
3.	Прибирання очищеного зерна	$n_n^z = \frac{A_{оч.}}{24 \cdot Q \cdot K_\epsilon} = \frac{768}{24 \cdot 100 \cdot 0,85}$	0,31
4.	Відпускання зерна на залізничний транспорт	$n_n^z = \frac{A_{від^3/m}}{T_n^{3/m} \cdot K_\epsilon \cdot K_\epsilon} = \frac{70}{3,40 \cdot 0,75 \cdot 100}$	0,27
5.	Приймання зерна з залізничного транспорту	$n_n^z = \frac{A_{np^3/m}}{T_n^{3/m} \cdot K_\epsilon \cdot K_\epsilon} = \frac{70}{3,66 \cdot 0,75 \cdot 100}$	0,25
	Всього норій	$\sum N$	3,9

Таким чином, що для виконання всіх операцій у робочій башті ділянки необхідно прийняти 4 норій продуктивністю  $Q = 100$  т/год., з точки зору проектування та компонування технологічного обладнання є неприйнятним. Для остаточного уточнення кількості норій необхідно провести порівняльну характеристику за норіє-годинами між  $Q = 100$  т/год.(табл.3.2) та  $Q = 175$  т/год.(табл.3.3)

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норії-годин для норій  $Q = 100$  т/год.

№п/п	Найменування операції	Формула	Кількість норіє-годин $Q=100$ т/год.
1.	Приймання сухого зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{768}{100 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9}$	8,6
2.	Приймання вологого зерна на сушіння	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 0,4}{100 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9}$	3,5
3.	Подача просушеного зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 0,4}{100 \cdot 0,8}$	3,1
4.	Подача очищеного зерна в силоси	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 1}{100 \cdot 0,8}$	7,8
5.	Відпускання зерна на автотранспорт	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{680 \cdot 1}{100 \cdot 0,8}$	8,5
6.	Відпускання зерна на з/транспорт	$H_{год.} = \frac{A_{\epsilon i d^{3/m}}}{T_n^{3/m} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon}} = \frac{70}{3,40 \cdot 0,75 \cdot 100}$	0,27
7.	Приймання зерна з залізничного транспорту	$H_{год.} = \frac{A_{np^{3/m}}}{T_n^{3/m} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\epsilon}} = \frac{70}{3,66 \cdot 0,75 \cdot 100}$	0,25
	Всього	$\sum H_{год}$	32,0

Таблиця 3.3 – Розрахунок числа норії-годин для норій Q = 175 т/год.

№п/п	Найменування операції	Формула	Кількість норіе-годин Q=175т/год.
1.	Приймання сухого зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{768}{175 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9}$	5,3
2.	Приймання вологого зерна на сушіння	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 0,4}{175 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,9}$	2,1
3.	Подача просушеного зерна на очищення	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 0,4}{175 \cdot 0,8}$	1,8
4.	Подача очищеного зерна в силоси	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 1}{175 \cdot 0,8}$	4,5
5.	Відпускання зерна на автотранспорт	$H_{год.} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K_{\epsilon}^m \cdot K_{\kappa}} = \frac{768 \cdot 1}{175 \cdot 0,75}$	4,5
6.	Відпускання зерна на з/транспорт	$H_{год.} = \frac{A_{від}^{3/m}}{T_n^{3/m} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{70}{3,40 \cdot 0,75 \cdot 175}$	0,16
7.	Приймання зерна з залізничного транспорту	$H_{год.} = \frac{A_{пр}^{3/m}}{T_n^{3/m} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\kappa}} = \frac{70}{3,66 \cdot 0,75 \cdot 175}$	0,15
	Всього	$\sum H_{год.}$	18,5

Необхідну кількість норій розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{год}} = \frac{\sum H_{\text{год}}}{24 \cdot K_t}, \text{шт}, \quad (3.17);$$

де  $\sum H_{\text{год}}$  – загальна кількість норіє-годин

$K_t$  – коефіцієнт використання основних норій за часом.

$$N_{\text{год.100}} = \frac{32,0}{24 \cdot 0,9} = 1,5 \approx 2;$$

$$N_{\text{год.175}} = \frac{18,5}{24 \cdot 0,9} = 0,86 \approx 1.$$

Для виконання всіх операцій в зерносховищі приймаємо 2 основні норії з продуктивністю 100 т/год.

### **3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів**

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

3.1.4.2.2 Продуктивність конвеєрів в залежності від операції потрібно визначати:

- а) для приймання зерна з автотранспорту згідно п. 3.1.5;
- б) продуктивність підсилосних і над силосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій (в нашому випадку – 100 т/год).

3.1.4.2.3 Кількість конвеєрів потрібно визначати:

- а) для приймання зерна з автотранспорту згідно з п. 3.1.5;
- б) кількість під силосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше кількості відпускних потоків за добу максимальної роботи;
- в) кількість надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше кількості операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси.

3.1.4.2.4 Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів допускається не більше за  $14^\circ$ , а для підприємств, де передбачається приймання, обробка і зберігання проса або гороху, не більше за  $10^\circ$ .

Радіус кривих підйому конвеєрів потрібно приймати 85 м, у виняткових випадках допускається радіус — 75 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за  $10^\circ$  установка насипних лотків не допускається.

3.1.4.2.5 Лінійну швидкість стрічок конвеєрів потрібно приймати не більше за  $v=2,8$  м/с.

### 3.1.4.2 Самопливи

3.1.4.2.1 Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту  $36^\circ$ ) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і ін.) рекомендується приймати наступну: при продуктивності транспортуючого обладнання при  $Q=100$  т/год. – діаметр  $\varnothing = 250$  мм.

3.1.4.2.2 Кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок потрібно приймати  $45^\circ$ , на всіх інших –  $36^\circ$ .

3.1.4.2.3 Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати за [15].

3.1.4.2.4 Товщину металу для зерно проводів рекомендується приймати 5 мм.

## 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

### Приймання зерна з автотранспорту

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

Необхідне число транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначається за формулою

$$N_L = \frac{1,2A^{a_{\text{ПГ}}}}{Q^a_{\text{Л}} K^T_{\text{К}} K^T_{\text{ВЗ}}}, \text{ штук, при } P^c = \sum P_{\text{ПГ}}^c, \quad (3.15)$$

де  $Q^a_{\text{Л}}$  – продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту, т/год.

$K_{\kappa}^m$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці.

$K_{\epsilon_3}^m$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості.

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

$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 \cdot 69}{100 \cdot 0,9 \cdot 1,0} = 0,92 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 транспортно-технологічний потік приймання зерна з автомобільного транспорту, продуктивністю  $Q = 100\text{т/год.}$

### **Приймальні пристрої зерна з залізничного транспорту**

Продуктивність механізмів для вантаження зерна в залізничні вагони визначаються

$$Q_{\epsilon_3} = \frac{A_{\text{нод}}^3}{T_{\text{зг}} \cdot K_B^3 \cdot K_{\kappa}^3} \quad (3.16);$$

$$Q_{\epsilon_3} = \frac{70}{3,66 \cdot 1,2 \cdot 1,5} = 22,7 \text{ т / год}$$

де  $T_{\text{зг}}$  – 3 год.40 хв.

Число відпускних потоків визначається за формулою

$$n_{\epsilon_n}^n = \frac{Q_{\text{мп}}}{Q_{\text{мп1}}} \quad (3.17);$$

$$n_{\epsilon_n}^n = \frac{22,7}{100} = 0,23 = 1 \text{ шт.}$$

де  $Q_{\text{мп1}}$  – продуктивність вантажних механізмів, т/год.

### **Відпускні пристрої зерна на автомобільний транспорт**

Продуктивність механізмів для відпуску зерна автомобільним транспортом визначають за формулою

$$N_{\text{л}} = \frac{1,2 \cdot A_{\text{нз}}^a}{Q_{\text{л}}^a \cdot K_{\kappa}^m \cdot K_{\epsilon_3}^m} \quad (3.18);$$

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot 153}{100 \cdot 1,9 \cdot 0,9} = 1шт.$$

### Відпускні пристрої зерна на залізничний транспорт

Продуктивність механізмів для вантаження зерна в залізничні вагони визначаються

$$Q_{вз} = \frac{A_{под}^3}{T_{зг} \cdot K_{в}^3 \cdot K_{г}^3} \quad (3.19);$$

$$Q_{вз} = \frac{70}{3,40 \cdot 1,2 \cdot 1,5} = 11,4т / год$$

де  $T_{зг}$  – 3 год.40 хв.

Число відпускних потоків визначається за формулою

$$n_{ен}^n = \frac{Q_{мп}}{Q_{мп1}} \quad (3.20);$$

$$n_{ен}^n = \frac{11,4}{100} = 0,11 = 1шт.$$

де  $Q_{мп1}$  – продуктивність вантажних механізмів, т/год.

### 3.2 Обробка і зберігання відходів

Процес обробки зерна пов'язаний з виділенням із зернової маси відходів та побічних продуктів, які можуть мати споживчу цінність, що дає можливість їх практичного застосування. Відходи, які неможливо використовувати, в тому числі і зерновий пил, повинні бути знищені [17].

Відходи, які отримують при очищенні зерна необхідно контролювати, так як вони можуть містити у своєму складі значну кількість доброякісного зерна. При наявності в побічному продукті зернової домішки від первинної обробки та у відходах міститься більше 10 % зерен пшениці чи жита або більше 20 % зерен інших культур, які за стандартами на ці культури відносять до основного зерна, така зернова суміш та відходи підлягають додатковій обробці з метою виділення з них основного зерна. Зерном у зерновій суміші від первинної обробки та у

відходах вважається: зерно продовольчих (включаючи круп'яні), фуражних і бобових культур, яке за стандартами на ці культури відносять до основного або до зернової домішки[18].

Відходи поділяють на три категорії.

Відходи I категорії [18]:

- а) зернові відходи з вмістом зерна від 30 до 50 % (включно);
- б) зернові відходи з вмістом зерна від 10 до 30 % (включно);
- в) борошняні витряски й борошняні змітки;
- г) пил оббивний білий.

Відходи II категорії [18]:

- а) зернові відходи з вмістом зерна від 2 до 10 %;
- б) стержні качанів кукурудзи, кукурудзяна плівка, лузга горохова, лузга м'яка вівсяна і ячмінна, полова;
- в) пил оббивний сірий.

Відходи III категорії [18]:

- а) відходи від очищення зерна (схід з приймального сита сепаратора, прохід крізь нижнє сито сепаратора), з вмістом зерна не більше 2 %, солом'яні частини;
- б) лузга рисова, просяна, гречана, жорстка – вівсяна і ячмінна, пил аспіраційний і оббивний чорний;
- в) кукурудзяні обгортки.

Зменшенню втрат зерна під час зберігання сприяє добре поставлений облік. Мета кількісно-якісного обліку полягає в тому, щоб з'ясувати закономірності втрат, які виникають при перевезенні, зберіганні і переробці зерна.

Облік хлібопродуктів проводить бухгалтерія в книгах форми № 36 по кожному сховищу окремо, а іноді по групі сховищ, пов'язаних механізацією, та які знаходяться у відомі однієї матеріально-відповідальної особи. Кількісно-якісний облік необхідно вести ретельно, тому що в процесі післязбиральної обробки, зберігання зерна та продукції відбувається зміна деяких показників в якості (вологості, засміченості), а одночасно з цим відбувається зміна маси хлібопродуктів. Для установлення закономірності зміни маси зерна та продукції

на протязі зберігання необхідні дані про їх кількість і якість [19].

Книга кількісно-якісного обліку містить особові рахунки на кожен культуру. Побічні продукти враховують за видами, за видами (I категорія) і за масою (II і III категорії). На зерно, що зберігається в силосах елеватора, ведеться одна книга за формою № 36 особовими рахунками на кожен культуру [19].

В особових рахунках книги кількісно-якісного обліку записують не тільки масу зерна, але і його якість: вологість і смітну домішку. Записи в книгах щодо приходу і витрат проводяться щодня тільки на основі правильно складених і підписаних документів про кількість і якість хлібопродуктів. По кожному документу в книгу записують масу (кг), вологість і смітну домішку (%) з точністю до 0,1 %. Відповідно записують по прибутковому і видатковому документу масу (кг), помножену на вологість (%) чи смітну домішку (ц % але вологості і ц % про смітну домішці); ц % обчислюють для визначеній середньозваженої вологості і смітної домішки зерна в надходженні чи у витраті за визначений період. Суму ц % ділять на загальну масу зерна за той же період і одержують середньозважену якість (з точністю до 0,01 %) [19].

Головний бухгалтер, зам. директора, начальник ВТЛ щомісяця перевіряють правильність записів № 36, про що робиться позначка в особових рахунках.

Очищення зерна, оформлене актом за формою № 34, супроводжується виділенням відходів з партії зерна і зменшенням її маси. У книгах за формою № 36 на підставі актів на очищення вилучають тільки отримані відходи. Їхню кількість списують з особового рахунку зерна (записують у витрату), а відходи, прибуткують на свої особові рахунки по місцю зберігання за фактичною масою і якістю.

Очищення та іншу обробку зерна на підприємствах хлібопродуктів проводять на основі розпорядження директора підприємства (зам. директора) та начальника ВТЛ (зав. лабораторією). Керівник виробничої дільниці виконує роботи по очищенню і оформляє її наслідки актом форми № 34 [19].

В розпорядженні на очистку вказують: зерносховище, з якого надійде зерно для очищення, орієнтовну масу партії, мету та спосіб очищення ; якість зерна

після очищення (остаточний вміст домішок); строк закінчення роботи ; місце зберігання очищеного зерна. Форму № 34 виписують у двох примірниках: один передають начальнику виробничої дільниці, другий – залишають у ВТЛ для контролю очисткизерна [19].

Рекомендується пробний пропуск невеликої кількості зерна, що підлягає очищенню (0,5...1 т) через зерноочисну машину, і завчасний підбір сит при просіванні проби зерна на наборі лабораторних сит.

Після очищення лаборанти визначають якість зерна, побічних продуктів і відходів і записують результати аналізів у журнали реєстрації і картки аналізу. Масу і якість зерна після очищення записують у рядку акта «Після очищення», а масу побічних продуктів і в спеціальному розділі форми № 34, керуючись прийнятою класифікацією [19].

Акт на очищення зерна складає матеріально відповідальна особа по закінченню очищення. Після перевірки в бухгалтерії і затвердження директором акт передають разом з відомостями відважувань, картками аналізу у бухгалтерію для ведення кількісного-якісного обліку, у тому числі для списання з маси зерна кількості відходів і побічних продуктів.

Відходи розміщують в окремих сховищах, де їх додатково обробляють для вибирання нормального зерна. Потім побічні продукти і відходи зважують, визначають їхню якість і передають у цех відходів, а відходи III категорії знищують за актом форми № 23, який підписує начальник ВТЛ, начальник ділянки і начальникохорони [19].

Зачистка зерносховищ і складання акта зачистки за формою № 30 може проводитися після закінчення партії зерна, при інвентаризації та при передачі зерна від однієї матеріально-відповідальної особи іншій. Акт зачистки складають і у випадку недостачі або лишків. Якщо прибуток сходиться з витратами і під час зберігання якість зерна не змінилась, то акт зачистки не складають.

Мета зачистки зерносховища - підвести підсумки зберігання, перевірити зберігання хлібопродуктів, правильність обліку проведених операцій, залишки, закономірність виявлених збитків, відповідність їх встановленим нормам і по-

кращанню якості зерна. Виявити причини утворення нестачі, або надлишку зерна. Порядок проведення і оформлення зачистки зерносховищ [19].

Зачистку зерносховищ проводять після повного використання окремої партії або наявності невеликого залишку. При необхідності проведення зачистки завідуючий сховищем та головний бухгалтер письмово сповіщають директора пункту, який складає комісію по зачистці сховищ. Комісія працює в присутності матеріально-відповідальної особи. Комісія перевіряє повну витрату партії зерна і при наявності залишку зерна переважають його. Лабораторія перевіряє якість залишку зерна і видає комісії аналізу картку.

Комісія в п'ятиденний строк оформляє акт зачистки (форма № 30), який складають в трьох екземплярах на основі наступних документів: книг кількісно-якісного обліку, видаткових документів, актів на обробку зерна (форма № 34); комерційних актів та актів рекламаций; посвідчень про якість зерна, аналізних карток [19].

Мета розробки міжнародних стандартів менеджменту навколишнього середовища полягає в оцінюванні й поліпшенні екологічних характеристик діяльності промисловості підприємств та створенні умов для надання населенню екологічної інформації. Впровадження систем менеджменту навколишнього середовища сприяє постійному поліпшенню екологічних характеристик діяльності підприємств шляхом [20]:

- розробки та реалізації екологічної політики й екологічних програм;
- періодичного об'єктивного й систематизованого оцінювання параметрів діяльності всіх підрозділів підприємства;
- надання населенню екологічної інформації про підприємство.

Впровадження систем екологічного менеджменту набуває особливої актуальності в країнах з транзитивною економікою, в яких значний бюджетний дефіцит мінімізує можливості державного фінансування програм екологічної політики підприємств. Варто також звернути увагу на те, що питання екологізації виробництва та створення систем екологічного менеджменту стають особливо важливими в умовах інтеграції економіки України до Європейського Союзу [21].

Згідно з міжнародним стандартом ISO 14001, система екологічного менеджменту (environmental management system, EMS) – це частина загальної системи менеджменту, що включає в себе організаційну структуру, планування діяльності, розподіл відповідальності, практичну роботу, а також процедури, процеси та ресурси для розробки, впровадження, оцінки досягнутих результатів реалізації і вдосконалення екологічної політики, її цілей і завдань.

Для впровадження ефективної системи екологічного менеджменту на підприємстві має бути чітко сформульована і послідовна екологічна політика. Вона має бути документованою, відомою і зрозумілою не тільки персоналу і партнерам, а й усім особам, що мають інтерес до екологічних аспектів діяльності підприємства, його продукції та послуг. Основу методів екологічного менеджменту становлять: екологічний контролінг, екологічний облік, екологічний аудит та управління якістю.

Основною причиною, яка спонукає підприємства впроваджувати систему екологічного менеджменту, є негативний вплив підприємства на навколишнє середовище та неефективне використання ресурсів, що призводить до створення аварійних ситуацій, нещасних випадків, підвищення травматизму. Як результат – необхідність сплачувати великі кошти за споживання ресурсів та штрафи за завдану шкоду довкіллю і споживачам. У разі накопичення цих проблем організація втрачає здатність функціонувати у ринковому середовищі [21].

Порядок розробки та впровадження систем екологічного менеджменту на підприємствах регламентується міжнародними стандартами ISO серії 14000 «Системи управління навколишнім середовищем» (Environmental management systems – EMS), розробленими у 1996 році Міжнародною організацією зі стандартизації. Центральним серед цих документів вважається стандарт ISO 14001 «Система екологічного менеджменту (EMS) – Специфікації та посібник з використання». Саме відповідність цьому стандарту і є предметом сертифікації.

Стандарти серії ISO 14000 є добровільними та не містять ніяких абсолютних вимог до впливу організації на навколишнє середовище, за винятком того, що організація в спеціальному документі (екологічній політиці) повинна оголосити

про своє прагнення відповідати національному природоохоронному законодавству і національним стандартам. Ці стандарти орієнтують товаровиробників не на скорочення окремих викидів забруднюючих речовин, а загалом на впровадження екологічного менеджменту. Саме це є своєрідною «перепусткою» на міжнародні ринки та засобом підвищення конкурентоспроможності товаровиробників [21].

В Україні міжнародні стандарти ISO 14000 були прийняті ще в 1997 р. Однак вони досі не отримали достатньо широкого розповсюдження. В 2004 році Міжнародною організацією зі стандартизації був здійснений перегляд стандартів серії ISO 14000. Як наслідок, в 2006 році в Україні було введено в дію такі національні стандарти:

1) ДСТУ ISO 14001:2006 Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (на заміну ДСТУ ISO 14001-97);

2) ДСТУ ISO 14004:2006 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення (на заміну ДСТУ ISO 14004-97).

Крім цих стандартів, система екологічного менеджменту може бути вмонтована до системи управління якістю згідно міжнародного стандарту ДСТУ ISO 9001-2001 (в Україні – близько 700 підприємств інтегрували систему екологічного менеджменту у свої системи управління якістю[21]).

Однією з проблем впровадження систем екологічного менеджменту в Україні є відсутність єдиної комплексної системи законодавства про екологічний менеджмент. Стримують впровадження систем екологічного менеджменту насамперед економічна нестабільність в країні, що мінімізує можливості підприємств здійснювати додаткові витрати (в тому числі і на екологічне управління); низький рівень загального менеджменту на підприємствах, а також недостатня кількість підготовлених спеціалістів з екологічного управління.

Впровадження екологічного менеджменту на вітчизняних підприємствах варто вважати економічно корисним і доцільним з таких причин[21]:

– зменшення виробничих витрат і економія ресурсів внаслідок раціонального

споживання сировини, води, енергії, вторинної переробки відходів;

- покращення якості продукції, яка у споживачів буде асоціюватися з відповідністю екологічним стандартам;

- скорочення викидів шкідливих речовин допомагає уникнути штрафів і стягнень;

- підвищення конкурентоспроможності підприємства на внутрішньому і зовнішньому ринках, можливість освоєння нових ринків збуту;

- систематичне зниження негативного впливу на довкілля;

- зростання громадської екологічної обізнаності безпосередньо відображається на поведінці споживачів, які вимагають від виробників екологічно безпечної продукції та послуг;

- пошук оптимальних з екологічної точки зору виробничих рішень приводить до технологічного оновлення виробничих процесів, а також до появи інноваційних продуктів;

- зменшення ризику виникнення аварійних ситуацій і масштабів їх наслідків;

- здобуття позитивного іміджу підприємством, поліпшення стосунків із споживачами, партнерами, інвесторами, державними органами і громадськістю;

- забезпечення безперебійності виробничих процесів;

- зменшення екологічних платежів до бюджету за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій;

- зменшення ризиків для здоров'я й безпеки працівників.

Однак, незважаючи на додаткові витрати і труднощі в запровадженні системи екологічного менеджменту на підприємстві, цей процес в довгостроковій перспективі все ж дає незрівнянно більше конкурентних переваг і вигод для організації. Отже, формування інтегрованої системи екологічного менеджменту на промислових підприємствах – це ефективний інструмент для комплексного вирішення завдання забезпечення якості продукції, охорони довкілля, професійної безпеки виробництва і відповідальності підприємства перед суспільством та сприяння інтеграції України у світове співтовариство [21].

### 3.3 Проектування зерносховищ

Елеватори – спеціальні споруди, що використовуються для зберігання зерна, в яких воно досягає кондиційного стану. Можна сказати, що це високомеханізоване зерносховище силосного типу [22].

Силосні корпуси – це основна складова частина елеватора. При будівництві об'єкта більшість робіт припадає саме на силосний корпус. Його головне завдання – зберегти зернову культуру без зниження її якості. Саме тому силосний корпус має задовольняти такі умови: захищати від вологи; не допускати конденсації пари; не допускати проникнення шкідників; бути безпечним у галузі пожежної безпеки та промислової безпеки; відповідати необхідним техніко-економічним показникам.

У конструкції силосного корпусу кілька елементів: підсилосний поверх, який включає днище для установки конвеєрів; силосна частина, у її складі осередки та силоси для зберігання зерна; надсилосна галерея [22].

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.

Ємність силосів визначають за формулою:

$$E_c = \Psi \cdot \gamma \cdot S \cdot h \quad (3.21);$$

$$E_c = 0,85 \cdot 0,75 \cdot 214 \cdot 15,4 = 1945m.$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу силосу круглого типу

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 14,51^2}{4} = 214m^2$$

$\Psi$  – коефіцієнт використання обсягу силосу

$\gamma$  – об'ємна маса зерна

$E_{сл.}$  складає 9800 т., отже для забезпечення даного об'єму необхідно 5 силосів типу SBH 1451/16 по 2000т. кожний, виробництва «Парус» .

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

Проектування планів поверхів робочої башти елеватора проводять у наступній послідовності [15, 16, 22]:

- вибір принципової схеми технологічного процесу проєктованого елеватора;
- визначення кількості, продуктивності та марок основного технологічного і транспортуючого обладнання, яке у відповідності з прийнятою принциповою схемою технологічного процесу буде розміщено в робочій башті (РБ) проєктованого елеватора;
- визначення розмірів робочої башті в плані (її довжини і ширини) за диктуючими поверхами;
- креслення планів поверхів робочої башти елеватора з розміщенням на них основного обладнання у масштабі.

Розміри РБ елеватора мають бути мінімальними, але достатніми для розміщення всього потрібного обладнання з урахуванням всіх нормативних вимог, тобто при розміщенні обладнання на планах поверхів РБ необхідно враховувати [16]:

- дотримання норм проходів, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки, між устаткуванням та від стін до відповідного устаткування (з урахуванням розміру  $1/2$  колони);
- природну освітленість робочих місць;
- зручність його обслуговування.

Можливий ряд варіантів розміщення обладнання в РБ в плані може бути [16]:

- основні норії, продуктивність яких нижче 250 т/год, можуть розташовуватися віссю барабана головки норії уздовж довгої осі робочої башти або перпендикулярно їй. Розташування приводних пристроїв норій також може бути різним. Остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти вибирають з урахуванням зручності ув'язування його із зерносховищами (силосними корпусами, складами);

- сепаратори та скальператори також можуть розташовуватися довгою віссю поперек робочої башти елеватора, або уздовж, звичайно їх розміщують на планах поверхів так, щоб їхні приймальні коробки були з боку вікон.

Розміри РБ елеватора в плані визначають за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини або ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора (головок норій, вагового, розподільчого, зерноочисних машин). Тобто можливі випадки, коли довжину РБ диктує один, а ширину – інший поверхи [16].

Для визначення розмірів робочої будівлі необхідно провести компоновання транспортного та технологічного обладнання проектуемого елеватора. Розміри в плані робочої башти залежать від габаритних розмірів та кількості технологічного обладнання. Найбільш впливає на розмір башти поверх головок норій (рис. 3.3; 3.4), поверх сепараторів (рис.3.5).

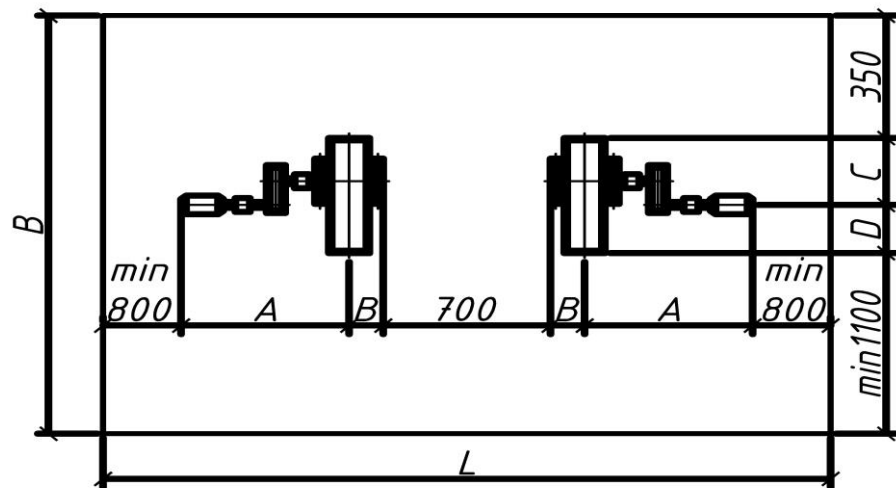


Рис. 3.3 – Розташування основних норій приводами в різні сторони.

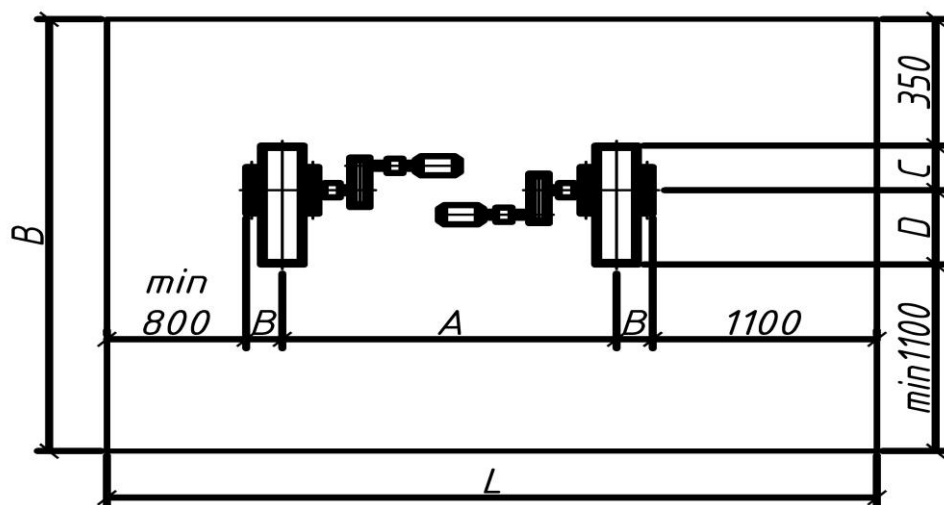


Рис. 3.4 – Розташування основних норій приводами на зустріч один одному

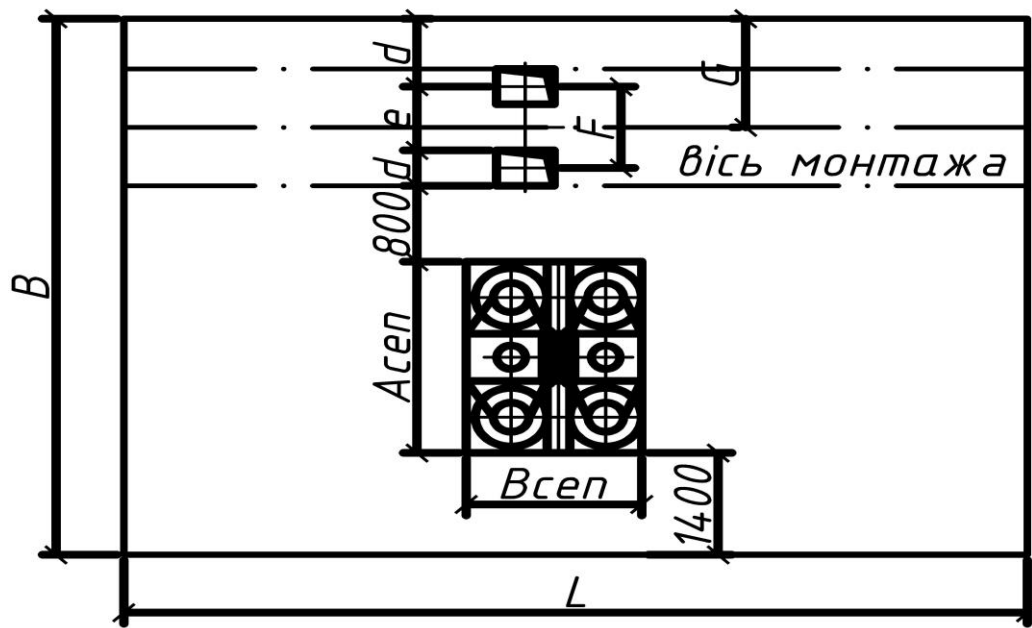


Рис. 3.5 – Розташування сепараторів основного очищення на плані поверху  
 Для більш зручного обслуговування сепаратору основного очищення  
 обираємо варіант компоновки плану поверху (Рис 3.6).

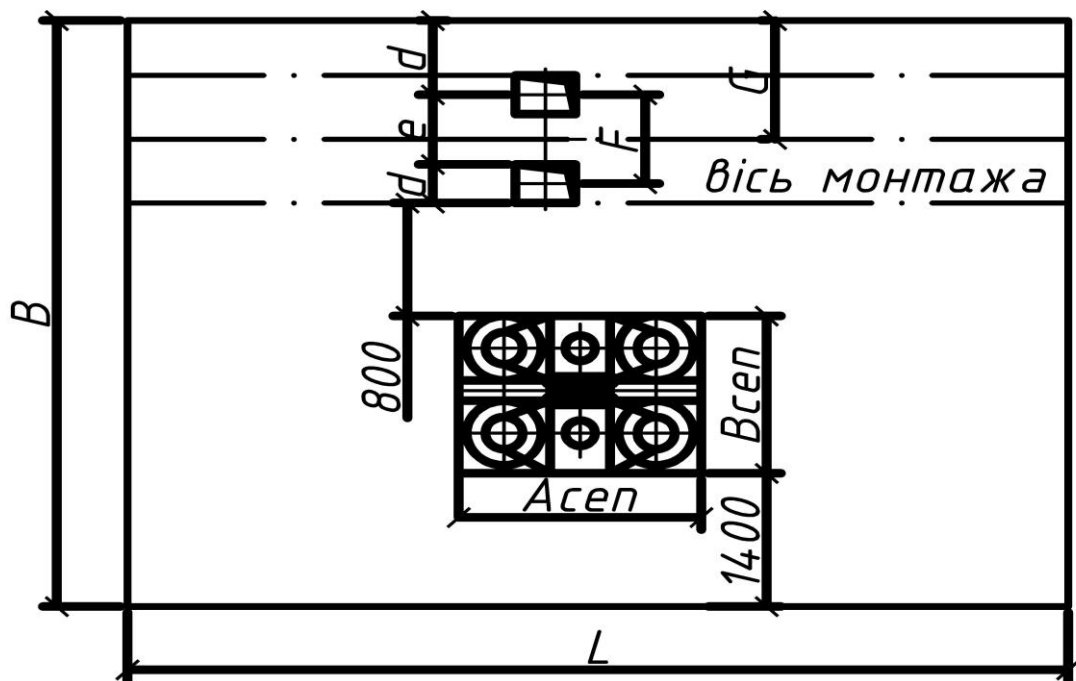


Рис. 3.6 – Розташування розподільчого обладнання та норій віссю вдоль.

Після визначення компоновки планів поверхів, встановлюємо довжину та ширину робочої башти проектуемого міні елеватора. Крок осі башти повинен відповідати кратності 0,2 м., тому для зручності обираємо крок 3,0 м.

### 3.5 Розрахунок висот поверхів міні-елеватора і розривів між робочою баштою і силосами.

Висота зерносховища складається з висот поверхів, які в свою чергу залежать від габаритних розмірів обладнання, яке обираємо, місткостей бункерів та диктуючи самопливі.

#### Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елеватора

$$H_{б.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \quad (3.22);$$

де  $h_1$  – висота підставки під башмак, призначений для зручності спорожнення норії при завалі, м.;

$h_2$  – відстань від нижньої крайки башмака до приймального носка норії, м.;

$h_3$  – висота введення самопливу в приймальний носок норії, м.;

$h_4, h_6$  – висоти секторів, які входять у диктуючу лінію, м.;

$h_5 = a \cdot \operatorname{tg}\alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h_5 = 1,9 \cdot \operatorname{tg}45 = 1,9 \text{ м.}$$

$h_7, h_8$  – висоти, обумовленні конструкцією скидальної коробки підсилосного конвеєра, м.;

$h_4 = 0,5 \dots 0,6$  м. – висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки, м.

$$H_{б.н.} = 0,1 + 0,3 + 0,4 + 1,9 + 0,4 + 0,2 + 0,6 = 3,9 \text{ м.}$$

#### Розрахунок висоти поверху зерноочисних машин елеватора

Висота поверху скальператорів приймаємо – 3,5 м.

Висота поверху сепараторів основного очищення розраховується за формулою:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad , \quad (3.23);$$

де  $h_1$  – висота розташування приймальної коробки сепаратора, м.;

$h_2$  – висота введення самопливної труби в приймальну коробку, м.;

$h_3, h_5$  – висоти секторів самопливної труби, м.;

$h_4 = a \cdot \operatorname{tg}\alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h_4 = 0,3 \cdot \operatorname{tg}45 = 0,3 \text{ м.}$$

$h_6$  – висота косої патрубку під бункером, м.

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

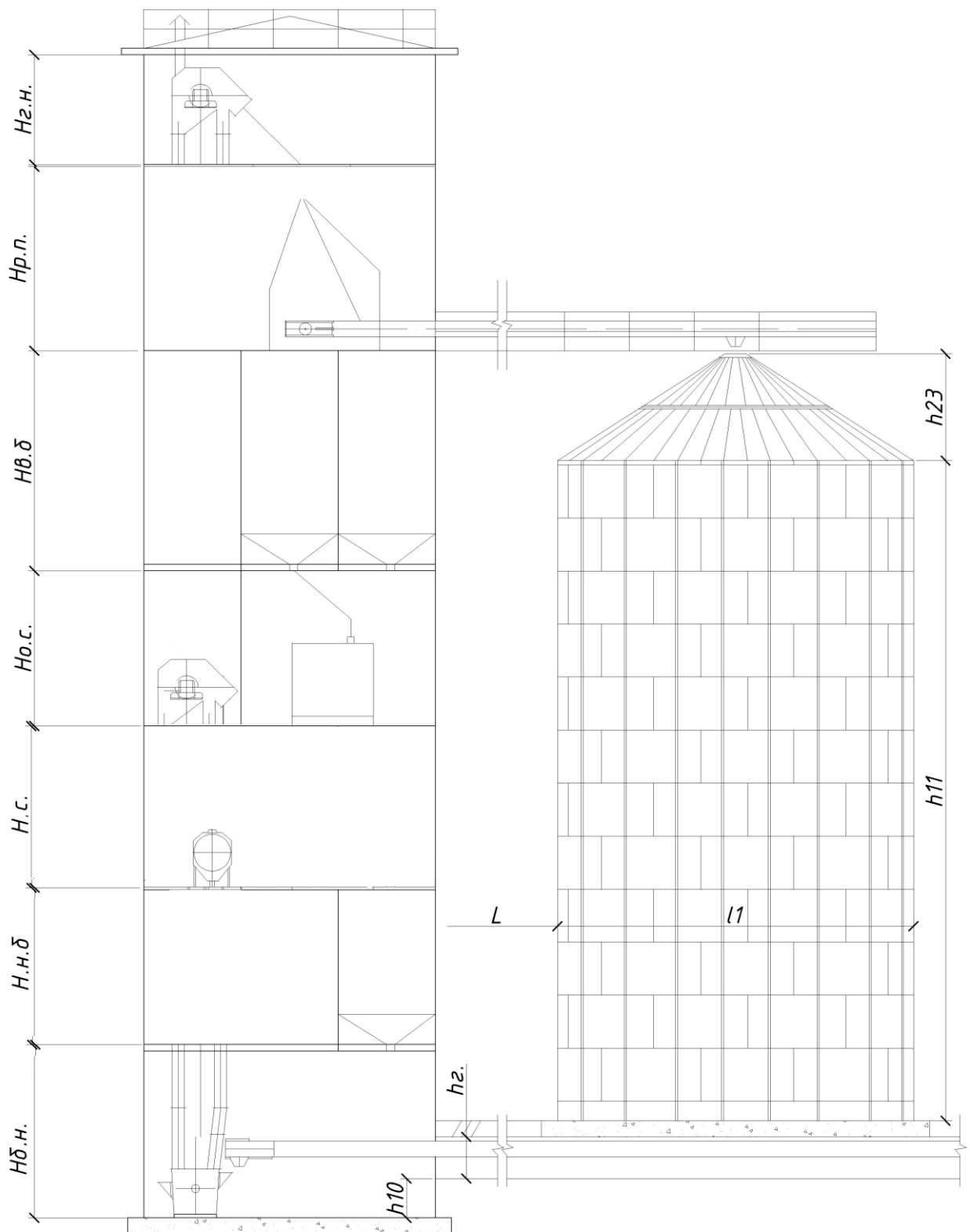


Рис. 2.7 – Визначення висот поверхів та розривів між робочою баштою та силосними корпусами.

### Розрахунок висоти поверху головок норій зерносховища

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.24);$$

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

$h_2, h_3$  – висоти обумовленні конструкцією норії, м.;

$h_4$  – висота спеціального патрубку, м.;

$h_5 = a \cdot \operatorname{tg}\alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу

$$h_5 = 1,8 \cdot \operatorname{tg}45 = 1,8 \text{ м.}$$

$$H_{г.н.} = 0,6 + 0,7 + 1,8 = 3,0 \text{ м.}$$

#### **Визначення розривів між зерносховищами та норійною вежею**

Згідно зі ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» пожежні розрив між металевими зерносховищами та робочою баштою приймається рівною не менш 5,0 м. У зв'язку з можливістю під'їзду пожежної техніки та зменшенням впливу фундаментів однієї будівлю на іншу.

#### **Визначення висоти підсилової галереї для вивантаження зерна з силосів**

Верхня галерея металевих зерносховищ обладнується скидальним конвеєром та огорожуючими засобами на рівні 1,2 м. від рівня підлоги поверху, для підвищення безпеки пересування обслуговуючого персоналу.

Нижня галерея розташовується в підземній частині робочої башти та металевих зерносховищ, повинна мати згідно з ДБН В.2.2-8-98 «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» висоту поверху не менше за 2,2 м. від рівня підлоги, а також технологічний прохід не менш 0,8 м. У місцях звуження технологічного проходу дозволяється його залишити меншим за норму, якщо звуження по довжині у плані не більше за 1 м.

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

Для продуктивної роботи приймального потоку встановлюємо приймальний бункер місткістю 40 т.

Зерносушарки проектуємо в комплексі з оперативними бункерами. Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна необхідно приймати з

розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин. Так як проектом передбачаємо встановити зерносушарку марки «Україна» продуктивністю 50 пл.т/год, тому для забезпечення її безперервної роботи встановлюємо 2 бункери: досушительний та післясушительний місткістю по 500 т кожен.

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

Робоча схема руху зерна і відходів – це конкретизована принципова схема, що відображає зв'язок між усім транспортним, технологічним устаткуванням, що є в господарстві, оперативними і накопичувальними бункерами із зазначенням: номера, типу, кількості і продуктивності машин, які беруть участь у технологічному процесі; номери і місткості оперативних і накопичувальних місткостей. При транспортуванні зерна, керуючий персонал складає маршрут.

Маршрут – це ув'язування всього технологічного, транспортного, аспіраційного обладнання, при переміщенні зерна на різних операціях(сушіння, очищення, приймання відпускання.)

Таблиця ємностей – це зображення ємностей такого зерносховища. В таблиці вказано габарити бункерів та силосів, а також їх ємність.

Таблиця ходів – це умовне позначення основних норій та звідки норії приймають зерно. Таблиця складається з двох частин, норії подають – це наступне після норії обладнання в яке транспортується зерно, норії приймають – обладнання, яке встановлено перед норією, яке вивантажує зерно на неї.

Гнучкість схеми – це можливість складати маршрут таким чином, щоб транспортуюча ланка однієї й тієї ж операції, складалась з двох або декількох альтернативних шляхів транспортування зерна.

#### *Приймання зерна з автотранспорту*

Прийом зерна з автотранспорту здійснюється одним приймальним потоком. Конвеєр №3.1 (Q=100 т/год.) з приймального бункеру передає зерно на норію №2.3 (Q=100 т/год.). З норії НЦ-I №2.3 зерно надходить на скальператор А1-БЗО-100 (Q=100 т/год.), якщо зерно засмічене, якщо чисте зерно подається на основні норії №2.1-2.2 а потім на основний сепаратор, який очищає зерно до базисних

кондицій, з якого - на основні норії №2.1-2.2 (Q=100 т/год.). Кожна із зазначених норій подає зерно далі за схемою - у силоси на зберігання. Прийом зерна задовольняє вимогам діючих норм проектування елеваторів, тому що передбачає передачу зерна в елеватор по підземній конвеєрній галереї з оперативного приймального накопичувального бункера ПА1 до ПА2.

#### *Приймання зерна з залізничного транспорту*

Прийом зерна з залізничного транспорту здійснюється одним приймальним потоком. Конвеєр стрічковий №1.1 (Q=100т/год.) передає зерно на основні норії №2.1-2.2 (Q=100т/год.), 50 % приймання транспортується на очищення в сепаратор, який очищає зерно до базисних кондицій, з якого - на основні норії №2.1-2.2 (Q=100т/год.), а інші 50% відразу до силосів зберігання.

#### *Сушіння зерна*

Вологе та сире зерно, що надійшло на підприємство автотранспортом, після попереднього очищення направляється в досушительний бункер (С6) з конусним дном (Е= 500 т). З нього воно потрапляє на транспортер №3.3 (Q = 100 т/год) потім на допоміжну спеціалізовану норію марки НЦ-100 №2.4 (Q = 100 т/год). а з її допомогою зерно подається на модульну зерносушарку марки «Україна - 50» (Q = 50 т/год). Просушене на сушарці зерно подається на башмак спеціалізованої норії марки НЦ-100 №2.5 (Q = 100 т/год), яка завантажує післясушительний бункер (С7, Е= 500 т), який розвантажується на конвеєр №3.4 (Q=100 т/год), що передає зерно на башмаки основних норій марки НЦ-100 №2.1 та №2.2 (Q = 100 т/год) а далі – на сепаратор для очищення потім на норії НЦ-100 №2.1 та №2.2 (Q = 100 т/год) потім можна направити зерно на зберігання або відвантаження.

#### *Очищення зерна*

З скальператора сухе зерно іде в накопичувальний бункер ПА2 (Е=60 т), на башмаки основних норій марки НЦ-100 №2.1 та №2.2 (Q = 100 т/год) та подається на сепаратор А1 -БІС-50 (Q = 50 т/год) для основного очищення від домішок. З сепаратора А1 -БІС-50 (Q = 50 т/год) зерно подається на підсепараторний бункер Н1 (Е=35 т) потім на на башмаки основних норій марки НЦ-100 №2.1 та №2.2 (Q = 100 т/год) потім можна направити зерно на зберігання або відвантаження.

### *Зберігання зерна*

Зберігання зерна здійснюється у 5 металевих силосах з плоским дном, місткістю кожен по  $E = 2000$  т, тобто загальна місткість одночасного зберігання зерна становить 10000 тонн. З основних норій марки НЦ-100 №2.1 та №2.2 ( $Q = 100$  т/год) через перекидні клапани за допомогою самопливів подають зерно на надсилосний скребковий конвеєр № 3.5 та №3.8 ( $Q = 100$  т/год), яки в свою чергу може завантажувати той чи інший силос.

### *Відвантаження на автотранспорт*

Відпуск зерна на автомобільний транспорт здійснюють наступним чином: зерно подають із силосів на підсилосні скребкові конвеєри КС№ 3.9, 3.6 ( $Q = 100$  т/год.), які подають зерно на основні норії №2.1-2.2 ( $Q=100$  т/год.), а потім на відпускний конвеєр КС№ 3.7 ( $Q = 100$  т/год.). З конвеєру зерно самопливом надходить на ділянку завантаження автотранспорту.

*Відпуск зерна на залізничний транспорт* здійснюють наступним чином: зерно подають із силосів на підсилосні скребкові конвеєри КС№ 3.9, 3.6 ( $Q = 100$  т/год.), які подають зерно на основні норії №2.1-2.2 ( $Q=100$ т/год.), в накопичувальний бункер ВЗ1, а потім на відпускний самоплив. З самопливу зерно скребковим конвеєром КС№ 3.2 ( $Q = 100$  т/год.) надходить на ділянку завантаження залізничного транспорту.

### *Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів і рекомендації з її удосконалення*

На РСЗіВ представлені дві основні норії продуктивністю НЦ-I  $Q=100$  т/год. кожна, встановлені металевій конструкції. Подача зерна на зберігання здійснюється самопливами з норій №2,1-2,2 діаметром 250 мм на надсилосний конвеєр КС№ 3.5, 3.8, продуктивністю кожного – 100 т/год. Відвантаження зерна із силосів проводиться на підсилосний скребковий конвеєр КС№ 3.9, 3.6 ( $Q = 100$  т/год.). Основне очищення зерна передбачене на сепараторі БІС-50 продуктивністю – 50 т/год. Складена до схеми таблиця ходів основних норій дозволяє оцінити гнучкість РСРЗ і В і свідчить про її гнучкість, тому що більше 90 % технологічних операцій можуть бути виконані не менш ніж двома норіями.

## **Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів і рекомендації з її удосконалення**

З даного огляду всіх операцій на підприємстві можна зробити висновок, що фермерський елеватор зможе приймати, очищати, сушити, зберігати та відпускати зерно автомобільним транспортом.

### **3.8 Система управління роботою елеватора**

Автоматизація – комплекс заходів щодо заміни розумової й інтелектуальної діяльності людини при керуванні виробничими процесами «діяльністю» технічних засобів, наділеними такими здатностями. Ефективність автоматизації тем вище, чим вище рівень «інтелекту» технічних засобів керування.

Основні переваги автоматичного керування перед ручним:

- відсутність суб'єктивних факторів (утома, неуважність), що викликає помилки в керуванні, які приводять до зниження ефективності роботи об'єкта керування, а грубі помилки можуть привести до важких наслідків;

- підвищуючи «інтелектуальний рівень» технічних засобів керування можна управляти об'єктом, тому що це могла би робити ідеально підготовлена людина-оператор, що усвідомлює всі особливості об'єкта [23].

#### **3.8.1 Мета і призначення системи дистанційного автоматизованого керування**

На проектуємому міні-елеваторі використовують дистанційне автоматизоване керування технологічними процесами, яке здійснюється ЦПК (центральним пультом керування) або з пультів керування операторських на різних точках роботи елеватора.

Система дистанційного автоматизованого керування (СДАК) елеватором призначена для автоматизації процесів зберігання, переміщення, завантаження, розвантаження, просушування зернопродуктів на елеваторах. Система забезпечує автоматичний контроль роботи обладнання, облік необхідних технологічних затримок, дотримання технологічних алгоритмів.

Застосування СДАК дозволяє значно підвищити продуктивність роботи елеватора і знизити економічні втрати за рахунок виключення помилок персоналу при роботі з обладнанням, зниження енергоспоживання в результаті автоматичного вибору найменш енергоємних маршрутів переміщення зернопродуктів і скорочення до мінімуму технологічних затримок, скорочення часу реакції системи в разі виникнення аварійної ситуації.

СДАК забезпечує можливість введення оператором маршруту переміщення зерна, контроль правильності маршруту і автоматизований запуск, зупинку маршруту з необхідними блокуваннями, інформаційне обслуговування оператора по роботі технологічного обладнання та аспіраційних мереж. У разі виникнення аварійної ситуації буде поданий сигнал тривоги. У разі поломки обладнання система запропонує новий маршрут. Крім того СДАК здійснює автоматичний контроль переміщення культур зернопродуктів, не допускаючи їх помилкового перемішування.

Програма включає транспортне обладнання за маршрутами, що обирається оператором. При цьому оператор вносить в систему обладнання початку і кінця маршруту, а при необхідності, проміжне обладнання. Включення механізмів в маршрут виконується в зустрічному напрямку потоку зерна, а вимикання в попутному. Подача зерна в маршрут можлива при працюючому транспортному обладнанні.

Обладнання технологічних ліній блокується між собою у послідовності, протилежній ходу технологічних процесів.

Зерносклад має датчики верхнього і нижнього рівня. При спрацюванні датчика верхнього рівня на ЦПК подається звуковий та світловий сигнал через 10-15 секунд. При цьому подача зерна на транспортне обладнання зерноскладу припиняється. Сигнали датчика нижнього рівня також ідуть на ЦПК.

Для вивантаження зерна із зерноскладу передбачені автоматичні засувки. Керування електродвигунами дистанційне.

### 3.8.2 Дистанційне вимірювання температури зерна в складах

Зерно – живий організм, якому властиво дихати та виділяти тепло. Але коли зерно псується, незалежно від причини, його температура завжди підвищується. Саме температура є найточнішим показником якості зерна, яке зберігається на елеваторі.

Тому постійний контроль за змінами температури зерна необхідний на підприємстві, щоб запобігти псуванню великих партій зернових культур внаслідок самозігрівання. Аналізуючи отримані дані, технологи приймають відповідне рішення щодо подальшого зберігання зерна.

Для отримання достовірної інформації про температуру зернового насипу в сучасних зерноскладах використовують переносні зонди. Це безпроводний пристрій вимірювання температури, що складається зі стержня висотою до 4 м, трьох датчиків, коробки пристрою та розумного пристрою «EltrumSystems», яке зчитує дані датчиків та відправляє їх в центральну систему керування.

Строк експлуатації без підзарядки становить 1 рік, достатньо заряджати один раз в сезон. Точність кожного датчика 0,5°C [24].

## РОЗДІЛ 4

### ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

#### 4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ і частотою змінного струму 50 Гц.

Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств відносять до приймачів II - ої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

В схемі електропостачання повинні бути передбачена двохтрансформаторна підстанція. Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення - 220 В, 50 Гц.

У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А або АИР, які відрізняються надійністю, простотою конструкцій і невисокою вартістю.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	Літ.	Арк	Аркуші
Керівник		Борта А.В.					61	145
Консультант		Штепа Є.П.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
Рецензент								
Зав. кафедр.		Макаринська А.В.						

- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;
- зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

#### 4.2. Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{num} M_{рiч}}{T_{max}}, \quad (4.1)$$

де  $W_{num} = 27,6$ - кВт.год/т – нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

$M_{рiч}$  – річна продуктивність підприємства 9800 т

$T_{max} = 3000$  год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{27,6 \cdot 9800}{3000} = 90 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо  $P_{осв} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 90 = 9$  кВт.

#### 4.3. Розрахування повна потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_{кном})^2} \quad (4.2)$$

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.3)$$

де  $\operatorname{tg} \varphi$  - коефіцієнт реактивної потужності знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності для  $\cos \varphi = 0,8$ , що відповідає  $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$ .

Тоді  $Q_p = 90 \cdot 0,75 = 68$  квар.

Потужність компенсації цього пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E, \quad (4.4)$$

де  $Q_E$  - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_p + P_{осв}) = 0,25 (90 + 9) = 25 \text{ квар.}$$

Тоді  $Q_k = 68 - 25 = 43$  квар.

Вибираємо за допомогою таблиці ([25] амик. Д.3) конденсаторну установку типу КС-0,38-50-3У3 номінальною потужністю  $Q_{кном} = 50$  квар

Таким чином, повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності буде:

$$S_{ТП} = \sqrt{(90+9)^2 + (68-50)^2} = 101 \text{ кВ.А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{тр} = (0,6 \dots 0,8) S_{ТП} = 0,6 \cdot 101 = 60,6 \text{ кВ.А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів ([25], амик. Д.4), вибираємо номінальну потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{ном}$ , кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу $I_x$ , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k$ , %
		первинна $U_{1ном}$	вторинна $U_{2ном}$		Холостого ходу $P_x$	Короткого замикання $P_k$	
ТМ63/10	63	10	0,4	2,18	0,26	1,28	4,5

#### 4.4. Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.5)$$

де  $S_{ТП}$  – розрахункова потужність трансформаторної підстанції,

$k_{ДП}$  – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження  $t_{ТМ}$  від  $k_{ЗГ}$  – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.4.1)

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%} \quad (4.6)$$

де  $P_i$  – навантаження в відсотках за відрізок часу  $t_i$ ;  $T = 24$  год .

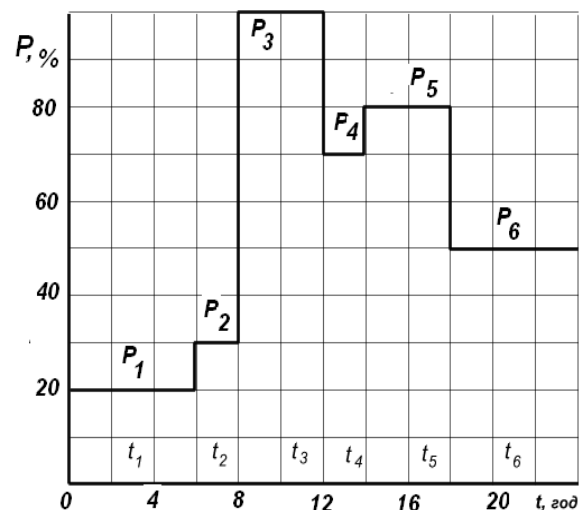
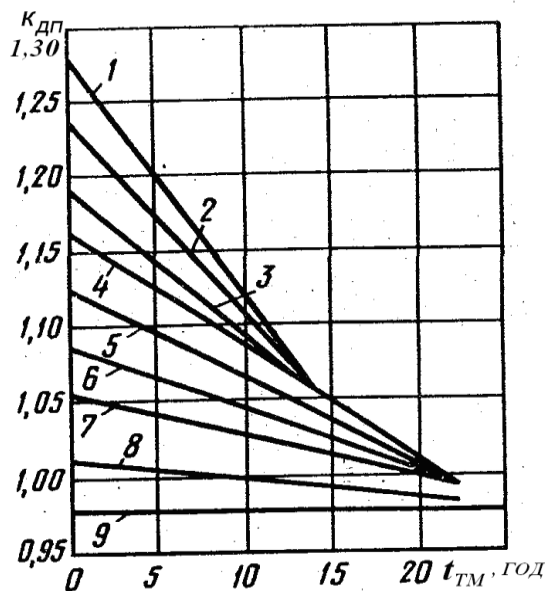


Рис. 4.1- Графік добового навантаження.  
перевантажень силових трансформаторів

Рис.4.2- Графік допустимих

для ;  $k_{ЗГ}$ : 1 – 0,6; 2 – 0,65; 3 – 0,7; 4 – 0,75; 5-0,8; 6 – 0,85; 7 – 0,9; 8 – 0,95; 9 – 1,00.

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора  $k_{ЗГ}$  , користуючись графіком добового навантаження (Рис. 4.3)

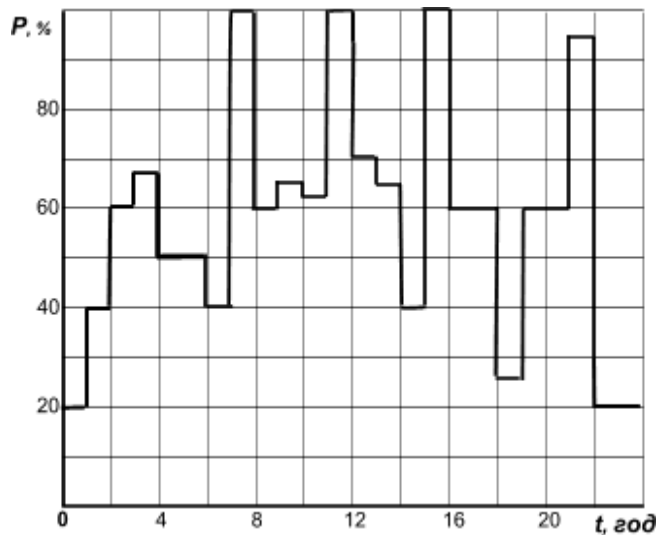


Рис.4.3 Графік добового навантаження елеватора.

$$K_{3T} =$$

$$\frac{32.1 + 40.1 + 60.1 + 68.1 + 50.2 + 40.1 + 100.1 + 60.1 + 65.1 + 62.1 + 100.1 + 70.1 + 65.1 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 22.1 + 95.1 + 20.2}{24 \cdot 100\%} = 0,59$$

Для графіка добового навантаження (Рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає:  $t_{TM1}$  з 7 до 8 год;  $t_{TM2}$  з 11 до 12;  $t_{TM3}$  з 15 до 16 год. Тобто  $t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 1 + 1 = 3$  год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (Рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора  $k_{ДП} = 1,23$ .

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в аварійних режимах визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.7)$$

де  $S_{ТП}$  – розрахункова потужність трансформаторної підстанції.

$$S_T \geq \frac{101}{2 \cdot 1,23} = 41 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів уточняємо номінальну потужність трансформатора  $S_{НОМ}$  і приводимо його технічні дані у вигляді таблиці ([25], табл. Д.4).

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$ , кВ.А	Номинальна напруга, кВ		Строхлостого ходу $I_x$ , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k$ , %
		первинна $U_{1НОМ}$	вторинна $U_{2НОМ}$		Холостого ходу $P_x$	Короткого замикання $P_k$	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 63 кВ.А до 40 кВ.А.

#### 4.5. Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad \Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k.$$

В цих формулах  $\Delta P_x$  і  $\Delta P_k$  беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора:  $\Delta P_x = 0,19$  кВт;  $\Delta P_k = 0,88$  кВт.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо  $K_e = 0,05$  кВт/квар.

Втрати  $\Delta Q_x$  і  $\Delta Q_k$  знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 40 \frac{3}{100} = 1,2 \text{ квар}; \quad (4.8)$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 40 \frac{4,5}{100} = 1,8 \text{ квар}. \quad (4.9)$$

Тоді  $\Delta P'_x = 0,19 + 0,05 \cdot 1,2 = 0,25$  кВт;  $\Delta P'_k = 0,88 + 0,05 \cdot 1,8 = 0,97$  кВт.

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 40 \sqrt{2 \frac{0,25}{0,97}} = 28,7 \text{ кВ.А}. \quad (4.10)$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає:  $40 \times 2 = 80$  кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового

графіка, то 64 кВ.А будуть відповідати  $\frac{28,7}{80} \cdot 100\% = 39\%$

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 39% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (Рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 24, що разом складає  $\Sigma t = 1 + 1 + 2 = 4$  години, що в процентах складає

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{4}{24} \cdot 100\% = 16,7\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{16,7}{100} \cdot 3000 = 500 \text{ год}$$

і складатиме  $T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 3000 - 500 = 2500$  год.

#### 4.6. Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабеля напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [26; 27, с.322]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 80}{\sqrt{3} \cdot 380} = 121 \text{ А}, \quad (4.11)$$

де  $S_p$  – повна розрахункова потужність підприємства без урахування компенсації реактивної потужності, що визначається так:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(90+9)^2 + 68^2} = 120 \text{ кВ.А} \quad (4.12)$$

де  $Q_p$  - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля  $S = 120 \text{ мм}^2$  [27, с.315, 316, 319].

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{Л} = \frac{10^5 (90+9)}{380^2} 0,0169 = 1,16\% . \quad (4.13)$$

де  $U_{ном}$  – номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{осв}$  - активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{Л}$  - активний опір лінії живлення, який визначають за формулою

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{65}{120} = 0,0169 \text{ Ом} . \quad (4.14)$$

В цій формулі:  $\rho = 0,0312 \text{ Ом.мм}^2/\text{м}$  питомий опір жили алюмінієвого Абеля;

$L$  – довжина кабеля, м;

$S$  - площа перерізу жили кабелю,  $\text{мм}^2$  .

#### 4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{max} = (90 + 9) * 3000 = 297000 \text{ кВт.год} . \quad (4.15)$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o * W_a = 4,32 * 297000 = 1283040 \text{ грн} . \quad (4.16)$$

#### 4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою до  $I'_p$  ;

- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з  $T_{max}$  до  $T'_{max}$  ;

- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп

розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(90+9)^2 + (68-50)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 153 \text{ А.} \quad (4.17)$$

**Втрати електроенергії в лінії живлення будуть**

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 212^2 \cdot 0,0169 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 4983 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{л} = 3I_p'^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 153^2 \cdot 0,0169 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 3560 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} = 4983 - 3560 = 2953 \text{ кВт.год.} \quad (4.18)$$

**Втрати електроенергії в трансформаторах будуть**

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу  $T_{max}$

$$W_{тр} = 2 \Delta P'_k T_{max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт.год,}$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу  $T'_{max}$

$$W'_{од} = 2 \Delta P'_k T'_{max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 2500 = 4850 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{од} = 5820 - 4820 = 970 \text{ кВт.год.} \quad (4.19)$$

**Витрати електроенергії на освітлення будуть**

- лампами розжарювання

$$W_{осв} = k q P_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 90 \cdot 3000 = 17070 \text{ кВт.год;}$$

- люмінесцентними лампами

$$W'_{ін} = k q' P_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,046 \cdot 90 \cdot 3000 = 7825 \text{ кВт.год.}$$

В цих формулах приймають для:

$k = 0,63$  – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для

самого короткого дня в середньодобове [25, 27];

-ламп розжарювання  $q = 0,1$ ;

-люмінесцентних ламп в залежності від їх типу ([25], абл. Д.6)

$$q' = (0,035...0,06).$$

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами буде:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 17070 - 7825 = 9245 \text{ кВт.год.} \quad (4.20)$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю:

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	4983	2953	1423
Трансформатори	5820	4850	970
Освітлення	17070	7825	9245
<b>Разом</b>			<b>11638</b>

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 11638 \text{ кВт.год.} \quad (4.21)$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_0 = d_0 \Delta W = 4,32 * 11638 = 50276 \text{ грн.} \quad (4.22)$$

### Висновок

За рахунок введення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної потужності; відключення одного із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута економія коштів, що складає:

$$\Delta S = \frac{50276}{1283040} \cdot 100\% = 3,9\%$$

## Розділ 5

### АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

#### 5.1. Призначення аспірації

Аспірація призначена для видалення запиленого повітря з-під укриттів транспортно-технологічного устаткування і робочої зони. Для усунення пилевиділення використовуються системи аспірації з розгалуженою мережею. Монтаж і налагодження аспіраційних установок виробляється на підприємствах по зберіганню і переробці зернових продуктів.

Аспіраційні установки - це сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, пиловідділювачі та ін.), яке об'єднують в системи для усунення пиловиділення в робоче приміщення підприємств шляхом утворення повітряних потоків в укриттях, захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях і виконання технологічних, транспортних, а також пожежовибухобезпечних функцій.

На елеваторах експлуатують невиправдано велике число (50-90) аспіраційних установок, залежно від типу робочої вежі, кількості силосних корпусів, приймальних пристроїв із залізниці та автомобільного транспорту. Енергоємність приводів вентиляторів і шлюзових затворів становить до 30 % від загального споживання електроенергії. При такій кількості і витратах на їх утримання не вдається досягти достатньої ефективності знепилювання. Ефективність очищення повітря від пилу перед викидом його з аспіраційних установок повинна забезпечувати встановлену ГДК пилу в навколишньому повітрі на території хлібоприймальних підприємств та елеваторів, рівню  $1,2 \text{ мг/м}^3$ . [28]

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Озерянський А.М			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					71	145
<i>Консультант</i>		Гончарук Г.А.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав.кафед.</i>		Макаринська А.В.						

Основні принципи компоновання аспіраційних мереж-основними принципами компоновки слід вважати:

- технологічні (об'єднання в загальну мережу повітропроводів і того обладнання, в якому пил достатньо однорідний за якістю);
- одночасності роботи технологічного обладнання;
- спрощення траси повітропроводів ;
- експлуатаційна надійність і зручність автоматизації;
- температурний принцип

## **5.2. Принципи компоновки аспіраційних установок**

1. Компоновку АУ проводять за транспортно-технологічними лініями з врахуванням аеродинамічних зв'язків окремих машин та місткостей через матеріалопроводи.

2. При об'єднанні кількох транспортно-технологічних ліній в одну АУ слід передбачати використання окремих обезпилювачів повітря для кожної транспортно-технологічної лінії з системою автоматизованого вимкнення непрацюючих ділянок дросельними клапанами АТ-30, АТ-31.

3. Протяжні укриття транспортного обладнання (норій, ланцюгових та шнекових конвеєрів) можуть бути використані як повітропроводи аспіраційної системи.

4. Суміжне обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) додатково з'єднуються повітропроводами (байпасами) для перетоку повітря.

5. Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляються можливості зниження інтенсивності взаємодії сипучих матеріалів з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до 36°-54°, кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використанням гальмуючих пристроїв та інше.

6. Матеріалопроводи сипучих матеріалів слід використовувати як аспіраційні канали при прямоточних, протиточних і комбінованих режимах аспірації.

7. Пил з-під фільтрів чи циклонів слід направляти у матеріалопотоки транспортно-технологічної лінії або в окремі місткості.

8. Вентилятори і знепилювачі слід розташовувати в доступних місцях для нагляду та обслуговування.

9. Бункери для некормового пилу, як правило, слід виносити за межі основних виробничих приміщень підприємства.

10. Для запобігання розповсюдження можливих пилеповітряних вибухових хвиль в окрема трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легкокорозивні чи легкоскридні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

11. При транспортуванні тонкодисперсних матеріалів (борошно, дріжджі, фосфати та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що забезпечують знепилення місць і виключають викиди пилеповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

12. При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташуванняобезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилеутворення та напрямки переміщення пилеповітряних потоків.

13. Трасировка повітропроводів і швидкість пилоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропроводів повинен складати не менше 60°, а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах 14...18м/с. [29]

### **5.3. Огляд основних методів розрахунку розгалужених аспіраційних мереж**

**Метод динамічних тисків.** Він полягає в характеристиці опору ділянок наведеними коефіцієнтами, подібними коефіцієнтам місцевого опору. Повна втрата тиску в кожній ділянці мережі виражається при цьому наступним чином:

$$H_{\Pi} = (\zeta_{\text{екв}} + \Sigma \zeta) \frac{pv^2}{2} = (\Sigma \zeta) \text{пр} \frac{pv^2}{2}$$

У цій формулі коефіцієнт  $\zeta_{\text{екв}}$ , що характеризує опір прямих відрізків труби , буде

$$\zeta_{\text{екв}} = l \frac{\lambda}{D}$$

Автор методу, інженер Г. Жеравов, рекомендує як розрахунок посібники тільки таблицю значень  $D / \lambda$ . Він приймає, як і в методі еквівалентних отворів,  $\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{D}$  тобто залежним тільки від величини  $D$ . Це принципово невірно і є лише грубим наближенням для деякого обмеженого діапазону швидкостей. Професор Б. Аше пропонує номограму для цього методу, побудовану на використанні значення  $\lambda$ , обумовленого величиною  $Re$ .

Істотний недолік методу динамічних тисків відсутність в ньому яких би то не було практично необхідних вказівок про розрахунок діаметрів відгалужень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок. [29]

**Метод повних тисків.** Запропонований А. Панченко в 1933 р. метод повних тисків відрізняється такими особливостями:

- застосуванням поняття «повний тиск» у всіх розрахункових операціях в якості основної величини;

- зазначенням певних, практично застосовних аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів відгалужень вентиляційних повітропроводів;

- застосуванням величини  $\lambda$ , залежної від  $v$  і  $D$ );

- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь-яких допоміжних, понять як «еквівалентна довжина» або «наведений коефіцієнт опору ділянки»;

- обліком у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності установки стандартних трійників, що зберігають співвідношення  $D_{\text{п}}^2 + D_{\text{в}}^2 = D_{\text{о}}^2$ , тобто з рівними площами входу в трійник і виходу з нього; відомо, що табличні значення коефіцієнтів опору трійників  $\zeta_{\text{п}}$  і  $\zeta_{\text{в}}$ , наведені в додатках, вірні лише при дотриманні цієї співвідносини поперечних перерізів трійників;

- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор в даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обумовлюють протікання заданих обсягів повітря; чисто графічний спосіб розрахунку, що передбачаються цим методом, не виключає застосування нормальної лічильної лінійки для найпростіших дій (множення, ділення).

При розрахунку однієї і тієї ж вентиляційної мережі різними методами неминуче виходять трохи різні результати. Це визвано, з одного боку, різницею в величинах  $\lambda$ , покладених в основу того чи іншого методу, а з іншого - ступенем точності вживаних при розрахунку допоміжних засобів (таблиці, номограми і ін.).

При одних і тих же виразах  $\lambda$ , значних  $\zeta$  і при однаковому ступені точності обчислень результати розрахунку по кожному з описаних методів повинні бути цілком однаковими. Однак, як уже зазначалося, деякі методи, наприклад метод еквівалентних отворів, має у своїй основі невірні значення вказаних величин, і по цього неточність результатів при розрахунку цими методами неминуча.

Останні дослідження, проведені в А. Альтшулем, дозволили отримати зручну формулу для розрахунку величини  $\lambda$  з урахуванням шорсткості трубопроводів. Дослідження показали, що при значних величинах абсолютної шорсткості трубопроводів ( $\Delta \geq 0,5$  мм) величина  $\lambda$  змінюється на відчутну величину порівняно з розрахунком її для гідравлічно гладких (формула Блазіуса) або цілком шорстких труб (формула Б. Шіфрінсона). Показано, що формула Блазіуса, з точністю до 3%, застосовна при  $\frac{v\Delta}{\nu} < 14$ ; при  $14 > \frac{v\Delta}{\nu}$  помилка у визначенні величини  $\lambda$  за рівнянням Блазіуса збільшується.

Г. Хованський розробив до формули А. Альтшуля зручні для користування номограми визначення величин  $\lambda$ .

Розрахунок  $\lambda$  за формулою А. Альтшуля для повітропроводів млинових і елеваторних вентиляційних установок, виготовлених з покрівельної оцинкованої сталі, відрізняється від розрахунку за формулою А. Панченко на величину 8-10%.

Порівнюючи значення величин R, отриманих за номограмою і за табличними даними ГПІ сантехпроекта для розрахунку круглих сталевих повітропроводів і рекомендованих ЦНДІ промзернопроект для заготівельних підприємств Міністерства заготівель, бачимо, що при  $v = 10$  м/с розбіжність складає 5-10%, а при  $v = 20$  м/с 10-17%. Враховуючи, що втрати на тертя при інших рівних умовах залежать від якості швів воздухопровода, виготовленого з листової покрівельної

сталі, і точності фланцевих з'єднань, помилка у визначенні величини  $\lambda$  практично не має значення. Якщо до цього додати, що втрати на тертя у вентиляційних установках млинів та елеваторів становлять 20-25 % від опору мережі і відмінність в шорсткості окремих листів покрівельної оцинкованої сталі, можна зробити висновок, що формула А. Панченко цілком задовольняє вимогам, що пред'являються до розрахунку вентиляційних установок. [29, 30,31]

Багаторічний досвід випробувань вентиляційних установок млинів, круп'яних заводів та елеваторів, що проводяться ВНДІЗ, МТПП і ОТПП ім. М. В. Ломоносова, підтверджує придатність формули А. Панченко для розрахунку при зазначених вище умовах.

#### **5.4. Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів**

1. При аспірації ваг, що працюють у циклічному режимі, слід використовувати систему труб перетоку повітря (байпаси), що знижують імпульсні токи повітря в момент падіння зерна і зменшують витрати повітря. Площа поперечного перетину байпасів повинна бути не меншою, ніж площа перетину труби діаметром 0,3 метри.

2. На лініях аспірації сепараторів, пневмосепараторів, газорециркуляційних зерносушарок рекомендується двоступеневе очищення повітря з використанням на першому ступені горизонтальних інерційних пиловідділювачів.

3. Основні вимоги до обладнання елеваторів:

- застосовувати допоміжні укриття вхідних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;
- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5м/с;
- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;
- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;
- розташовувати самопливи під нахилом  $56^\circ - 70^\circ$ ;
- встановлювати гальмуючі коліна;

- не допускати зворотнього висипання зерна в норіях;

4. Компоновка аспіраційних мереж здійснюється з врахуванням аеродинамічних зв'язків для транспортно-технологічних ліній;

- розвантаження авто- і залізничного транспорту;

- транспортування зерна до надсепараторних бункерів;

- завантаження силосів;

- розвантаження силосів;

- подача зерна у вагони або у виробничий корпус.

5. Самостійними є технологічні пневмосепаруючі установки сепараторів, що частково виконують функції аспірації.

6. Підсилосні конвейєри аспіруються з використанням суцільних укриттів.

Коли немає можливості суцільного укриття стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укриттям насипних лотків за схемою.

7. Використовуючи допоміжні укриття стрічкових транспортерів та норійні труби замість повітропроводів доцільно аспіраційні відсоси АУ робочої вежі, знепилювачі та вентилятори розташовувати у верхній частині робочої вежі елеватора.

8. Аспірація поворотних труб забезпечується:

- для прямоточних режимів руху повітря та сипких матеріалів використанням дублюючих поворотних аспіраційних труб.

- для протиточних режимів аспірації матеріалопроводів завантаження поворотних труб герметизуються пристроями шлюзування, а трубопроводи виводу матеріалу встановлюють під кутом нахилу до горизонту не більше  $54^\circ$ . В іншому випадку їх слід додатково доповнювати байпасами - повітропроводами перетоку повітря з вихідного у вхідний перетин  $D > 300$  за схемою.

9. Бункери для розвантаження машин і вагонів потрібно максимально закривати, лишаючи отвори тільки для руху зерна. Аспірацію бункерів здійснюють через щілинні повітропроводи, які розташовують за периметром завальних ям.

## 5.5. Проектування та установка пиловідділювачів за аеродинамічними показниками

Розрахунок сепаратора А1-БІС-50. 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.

$$Q_{\phi} = 1,05 * Q_{то}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.1)$$

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

Встановлюємо фільтр-циклон ZEO-FC-9000 на сепаратор  $Q=50$  т/год. [29]

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 [28] (рис.4)  $H_{\phi}=1125$ , для цього розраховуємо  $q$ .

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\text{тк}}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 * \text{с} \quad (5.2)$$

$Q_{\phi}$ -об'ємні витрати повітря;

$F_{\text{тк}}$ -площа тканини.

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

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

$$H_{\text{мед}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}} + H_{\text{пов}}, \text{ Па} \quad (5.3)$$

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

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

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

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

$$H_{\text{пов}} = \left( \frac{\lambda}{D} l + \sum \xi \right) * \frac{q * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.4)$$

де  $\lambda$ -коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;  
 $l$ -довжина прямолінійних ділянок повітропроводів,м;  
 $D$ -діаметр повітропроводу,м;  
 $\zeta$ -коефіцієнт місцевого опору;  
 $v$ -середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу,м/с.

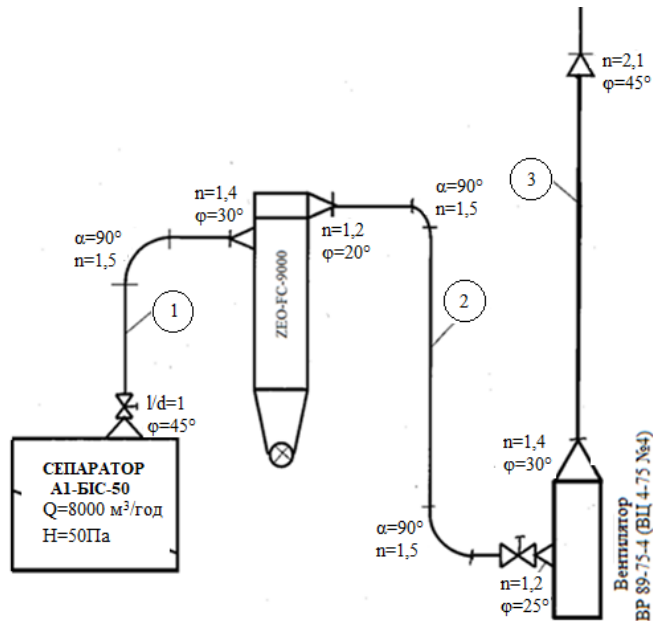


Рис..5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора А1-БІС-50

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

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

$$l = l_1 + l_2 + \dots + l_n$$

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

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

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

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

$$H_{уд} = H_{дин} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \text{ Па} \quad (5.5)$$

де  $H_{дин}$  - 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 :

$$H_{дин} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.6)$$

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. [29]

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_B = 1,1 * H_{мер}, \text{ Па} \quad (5.7)$$

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

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. [29]

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

$$N = \frac{Q_B * H_B}{\eta_{ев} * \eta_{ев} * \eta_{ев}}, \text{ кВт}, \quad (5.8)$$

де  $\eta_{ев}$  - ККД вентилятора;

$\eta_{ев}$  - ККД передачі ( 0,98);

$\eta_{ев}$  - 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 ко-

ефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_y = K_3 * N, \text{ кВт} \quad (5.9)$$

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  $N=8,5$  кВт, з частотою обертів  $n=2930$ , ККД=88 %, масою 48,5 кг. [29]

### Аспірація конвеєрів № 3.5, №3.8

Продуктивність конвеєра 100 т/год. Згідно додатка методичних вказівок [29] (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення для конвеєра:  $Q_k=600$  м<sup>3</sup>/год – повітря для аспірації;  $H_k=50$  Па – гідравлічний опір укриття конвеєра.

Для аспірації конвеєра необхідно встановити модульний фільтр горизонтального виконання ZEO-FG, який вибираємо за витратами повітря на аспірацію з урахуванням підсосів повітря у конвеєрі та фільтрі –  $Q_n$ , м<sup>3</sup>/год

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_k = 0,05 \cdot 600 = 30 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (5.10)$$

Таким чином, кількість повітря, яке необхідно відібрати від конвеєра і очистити в фільтрі

$$Q_\phi = Q_k + Q_n = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} = 0,175 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.11)$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FG-800.

Для вибору повітродувної машини (вентилятора) необхідно розрахувати опір мережі:

$$H_{мер} = H_k + H_\phi + H_{уд}, \quad (5.12)$$

де  $H_k$  – гідравлічний опір конвеєра, Па;

$H_\phi$  – гідравлічний опір фільтра, Па

$H_{уд}$  – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу, Па

Розраховуємо опір фільтра за узагальненою формулою

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2, \quad (5.13)$$

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

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,175^2 = 681 \text{ Па.}$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{y\partial} = H_{\text{дин}} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.14)$$

де  $H_{\text{дин}}$  – динамічний тиск на ділянці перед дифузором, Па;

$n$  – відношення площі перерізу дифузора на виході, до площі перерізу на ділянці перед дифузором, яке приймаємо  $n=2,0$

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па,} \quad (5.15)$$

де  $\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає  $1,2 \text{ кг/м}^3$ ;

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

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 11^2}{2} = 73 \text{ Па.}$$

Визначаємо  $H_{y\partial} = 73 \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^2 = 18 \text{ Па.}$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 681 + 18 = 749 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 749 = 824 \text{ Па.} \quad (5.16)$$

По  $H_{\epsilon}$  та  $Q_{\phi}$ , яке дорівнює  $Q_{\epsilon}$  підбираємо вентилятор іноземного виробництва MN 602, ККД якого дорівнює 0,7.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт.} \quad (5.17)$$

де  $\eta_{\epsilon}$  – ККД вентилятора (0,7);

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

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

$$N_{ел.дв.} = \frac{0,175 \cdot 824}{1000 \cdot 0,7 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,22$$

Фактичну потужність електродвигуна  $N_{\phi}$  визначають за виразом:

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт}, \quad (5.18)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна  $K_3$ . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт  $K_3=1,15$ .

$$N_{\phi} = 1,15 \cdot 0,22 = 0,26 \text{ кВт}.$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо  $N=1,1$  кВт з числом обертів  $n=2850$  об/хв. за комплектацією заводу-виробника.[33, 34]

### **Аспірація скальператора А1-БЗО-100**

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

За додатком методичних вказівок [29] (табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання:  $Q_{ТО}$  (для скальператора)=720м<sup>3</sup>/год.

Витрати повітря  $Q_{\phi}$ , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання визначаємо за формулою:

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{ТО} \quad (5.19)$$

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot 720 = 756 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,21 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

По  $Q_{\phi}$  вибираємо необхідний типорозмір фільтра. (за додатком із методичних вказівок [29] табл. 2.

Тобто для скальператора беремо фільтр ZEO-FC-1000.

Складаємо площинну схему (див. рисунок 5.1).

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

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2 \quad (5.20)$$

де  $q$  – напруженість тканини фільтра (м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с) розрахункова, яка чисельно дорівнює умовній швидкості фільтрації повітря  $v_{\phi}$ , (м/с).

$$F_{\text{фр}} = 0,21 \cdot 0,02^{-1} = 9,5 \text{ м}^2$$

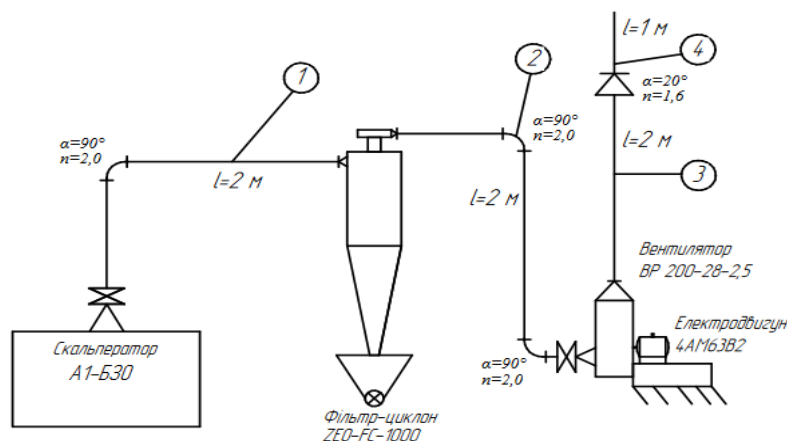


Рисунок 5.2 – Площинна схема

Втрати тиску у фільтрі  $H_{\text{ф}}$ , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

$$q = Q_{\text{ф}} \cdot F_{\text{ф}}^{-1}, \text{ м}^2 \quad (5.21)$$

$$q = 0,21 \cdot 9^{-1} = 0,02 \text{ м}^2$$

де  $F_{\text{ф}}$  – площа поверхні фільтрувальної тканини,  $\text{м}^2$ , яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів.

В свою чергу кількість рукавів підбирають за додатком методичних вказівок по табл. 2 і 3 в залежності від марки і типорозміру фільтра. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає –  $0,5 \text{ м}^2$ . Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає  $1 \text{ м}^2$ , а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_{\text{ф}} = n \cdot 1, \text{ м}^2 \quad (5.22)$$

$$F_{\text{ф}} = 9 \cdot 1 = 9 \text{ м}^2$$

де  $n$  – кількість рукавів фільтра.

Для ефективної регенерації тканини фільтра зворотною продувкою втрати тиску до фільтра повинні бути більшими від величини, визначеної за формулою:

$$H_{\text{рег}} > 363 + 155 \cdot q, \text{ Па}$$

$$H_{\text{рег}} > 363 + 155 \cdot 0,02 = 366,1 \text{ Па}$$

Втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FC знаходять за узагальненою формулою:

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па} \quad (5.23)$$

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,21^2 = 686 \text{ Па}$$

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

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

При встановленні на виході факельного викиду, втрати на удар визначаємо за формулою

$$H_{\text{уд}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.24)$$

$$H_{\text{уд}} = \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 240 \text{ Па}$$

де  $v_{\text{вих}} = \frac{4Q}{\pi D_{\text{вих}}^2}$  – швидкість повітря у вихідному перерізі дифузора;

$\rho$  – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає  $1,2 \text{ кг/м}^3$ ;

$v_{\text{вих}}$  – швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає  $20 \text{ м/с}$ .

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок в обладнанні, повітропроводів магістрального напрямку та пиловідділювачів розраховують також втрати тиску на ділянках повітропроводів –  $H_{\text{пов}}$ .

$$H_{\text{пов}} = \left( l \frac{\lambda}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.25)$$

$$H_{\text{пов}} = (0,14 \cdot 2 + 0,75) \cdot 240 = 247,2 \text{ Па}$$

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його –  $(13 \dots 14 \text{ м/с})$  –  $\lambda/D$ ,  $D$ ,  $v$ ;

$$\lambda/D = 0,14; D = 130 \text{ мм}; v = 14 \text{ м/с};$$

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

$l$  – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

$D$  – діаметр повітропровода, м;

$\xi$  – коефіцієнт місцевого опору;

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

Розраховуємо опір аспіраційної мережі за формулою:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\text{пов}} + H_{\text{ф}} + H_{\text{уд}}, \text{ Па} \quad (5.26)$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 247,2 + 686 + 240 = 1223,2 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається за формулою:

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}}, \text{ Па} \quad (5.27)$$

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot 1220,2 = 1342,22 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор визначасмо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} \quad (5.28)$$

тобто

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 0,21 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Вибираємо вентилятор за аеродинамічними параметрами  $Q_{\text{в}}$  і  $H_{\text{в}}$  за додатком методичних вказівок [29] (табл. 4 і 5).

Отже вибираємо вентилятор ВР 200-28-2,5 - N=1,1 кВт, Q=800 м<sup>3</sup>/ч, P=1600 Па.

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

$$N = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт} \quad (5.29)$$

$$N = \frac{0,21 \cdot 1342,22}{1000 \cdot 0,61 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,44 \text{ кВт}$$

де  $\eta_{\text{в}}$  – ККД вентилятора; (0,61)

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

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

Фактичну потужність електродвигуна  $N_{\text{у}}$  визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{\text{у}} = K_{\text{з}} \cdot N, \text{ кВт} \quad (5.30)$$

$$N_y = 1,15 \cdot 0,44 = 0,5 \text{ кВт}$$

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

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

Основні технічні характеристики електродвигуна:

Марка двигуна - 4А63В2У3 (4АМ63В2),

Потужність, кВт - 0,55,

Ковзання,% - 8,5,

ККД, % - 73,

Коефіцієнт потужності - 0,86.[29, 31 33]

## Розділ 6

### ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

#### 6.1. Опис генплану

Площа, яку займає зерносховище, складає 0,85 га. Воно знаходиться поблизу магістральних шляхів сполучення і зручно з ними пов'язано.

Ділянка, на якій знаходиться господарство задовольняє вимогам геологічного і гідрологічного порядку.

Генеральний план — частина проекту з комплексним вирішенням питань планування та благоустрою об'єкта будівництва, розміщення будівель, споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж, організацій і систем господарського та побутового обслуговування.

Він містить комплексне розв'язання питань розміщення основних виробничих, допоміжних, навантажувально-складських об'єктів підприємства, а також транспортних та інженерних комунікацій на його промисловому майданчику. Він являє собою ув'язку в плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель і споруд, під'їзних шляхів, ліній електрооснащення і водопостачання (наземних і підземних).

Генеральний план підприємства – це план, на якому ув'язані усі основні і підсобні споруди, які розташовані на території підприємства. На генеральному плані вказується розташування інженерних комунікацій, силових кабелів, газопроводів, а також схема проїзду автотранспорту по підприємству

На генплані будівлі розподіляються на основні, виробничі та підсобні будівлі. *Основні виробничі будівлі* – це будівлі, споруди, в яких безпосередньо встановлено технологічне обладнання (автоприймання, норійна вежа, ділянка відпуску зерна на автотранспорт), *підсобні* – це ті споруди, які розташовані на території, але обладнання, яке в них розташоване, безпосередньо не приймають участі в технологічному процесі [35-36].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Борга А.В.					88	145
Консультант		Борга А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.				1		

Генеральний план підприємства являє собою ув'язку всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіх можливих під'їзних шляхів, всіх над- і підземних комунікацій (тобто ліній енерго-, тепло-, водопостачання та ін.).

Майданчик для будівництва підприємства повинен задовольняти наступним вимогам [37-38]:

- мати мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розташування будівель і споруд відповідно до напрямку руху зерна і відходів і мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод має бути нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей і т.п.;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування майданчика не має бути пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт.

При проектуванні генеральних планів зернозберігаючих підприємств враховують наступні вимоги [37-38]:

- будівлі і споруди розміщують і взаємно пов'язують згідно вимогам виробничого процесу, дотримуючись технологічної послідовності, без поворотних і зустрічних переміщень сировини і готової продукції;
- відстань між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним нормам і санітарним нормам промислових підприємств;
- залізничні шляхи розміщують на території у відповідності з рухом вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність;
- розташовують будівлі і споруди на території підприємства, розділив його на окремі зони: передзаводську, виробничу, підсобну і складську;
- будівлі і споруди розміщують з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, з вітряної сторони по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менш 100 м.

На території у відповідності з нормами проектування розміщують мережі каналізації, водопостачання, енергопостачання, теплопостачання, газопостачання і ін. Будівлі і споруди розташовують на генеральному плані по їх виробничій ознаці окремими групами. Територію підприємства по функціональному призначенню ділять на зони, в яких розміщують відповідні будівлі, споруди і т.д. Передзаводська зона (за межами огорожі або умовного кордону підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. В виробничій зоні розташовують елеватор, цех відходів. Підсобну зону використовують для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторної підстанції, енергетичної траси, теплотраси, водопроводу, каналізації і інших комунікацій. В складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі), водонапірні споруди, водойми, склад горючо-замазувальних матеріалів, паливна площадка, авторемонтні майстерні і т.д. Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів, яка вказує найбільш вірогідні напрямки руху повітря на протязі року на місцевості, де розташовано підприємство, так, щоб були забезпечені умови природного освітлення, природного провітрювання

Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для мукомельних, комбикормових та крупозаводів вона має бути не менш 100 м). Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі.

За нормами пожежної безпеки будівлі і споруди розміщують на генеральному плані з врахуванням їх вогнестійкості, ступені пожежної небезпеки і рози вітрів. Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і

швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства. На території встановлюють закільцьований пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 250-500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють пожежні гідранти на відстані 50-100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів. Автомобільні дороги розташовують на території підприємства відповідно по характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів слід приділяти особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції. Ширину автомобільних доріг проєктують не менше 3,5 м і 6 м (при односторонньому і двосторонньому русі) з улаштуванням вантажних стоянок і майданчиків для розвороту автомобілів. Ширину воріт автомобільних в'їздів приймають не менше 4,5 м. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожеж, влаштовують під'їзди з майданчиками розміром не менше 12x12 м. Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі. Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. На аркуші №6 графічної частини проєкту представлений розроблений нами генеральний план міні-елеватора з експлікацією (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1 –Експлікація до генплану

	Найменування	Кількість	Місткість
1	Адміністративно-побутовий комплекс	1	–
2	Вагова	1	–
3	Автомобілерозвантажувач	1	–
4	Зерносушарка	1	–
5	Норій на вежа	1	–
6	Досушільний силос	1	500
7	Післясушільний силос	1	500
8	Норійна вежа	1	–
9	Пилові бункери	2	30

10	Трансформаторна галерея	1	–
11	Відпуск на автотранспорт	1	–
12	Станція розвантаження вагонів	1	–
13	Майстерня	1	–
14	Майстерня	1	–
15	Силос	5	2000
16	Альтанка	1	–
17	Газо-розподільний вузол	1	–
18	Візирувальний майданчик	1	–
19	Пожежний водосм	1	–
20	Пожежний водосм	1	–
21	Насосна	1	–
22	Трансформаторна підстанція	1	–
23	Контрольно-пропускний пункт	1	–

Основними техніко-економічними показниками генерального плану є коефіцієнти забудови, озеленення та мощення.

*Коефіцієнт забудови  $K_z$*  - це відношення забудованої будівлями і спорудами площі до площі всієї території підприємства. До забудованої площі крім площі, що зайнята під будівлі і споруди, відносяться підземні склади, підземні і надземні резервуари, відкриті майданчики для стоянки машин, резервна площа для наступної реконструкції виробничого корпусу.

*Коефіцієнт озеленення  $K_{оз}$*  визначається відношенням площі зелених насаджень до площі всієї території підприємства. Озеленення території підприємства не лише покращує санітарно-гігієнічні умови виробництва, але й вказує на певний естетичний бік підприємства.

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну чистоту повітря.

Впорядкування території повинно забезпечити рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу.

Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м<sup>2</sup>

на одного працюючого в найбільш чисельній зміні. Відстані від будівель і споруд до дерев і чагарників слід приймати не менше нормативних.

Основними показниками раціонального використання території підприємства і її благоустрою служать коефіцієнти забудови  $K_z$ , мощення  $K_m$  і озеленення  $K_{oz}$ , значення яких у % знаходимо із генерального плану підприємства як співвідношення:

$$K_z = \frac{\sum f}{F} \cdot 100 = \frac{2779,5}{8500} \cdot 100 = 32,7\%;$$

$$K_m = \frac{F_m}{F} \cdot 100 = \frac{4624}{8500} \cdot 100 = 54,4\%;$$

$$K_{oz} = \frac{F_{oz}}{F} \cdot 100 = \frac{1096,5}{8500} \cdot 100 = 12,9\%;$$

де  $F$  - площа всієї території підприємства,  $m^2$ ;

$f$  - площа будівлі,  $m^2$ ;

$F_m$  - сумарна площа мощення,  $m^2$ ;

$F_{oz}$  - сумарна площа, зайнята зеленими насадженнями,  $m^2$

## **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.

Виробнича ділянка, яку ми проектуємо, 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.

Проектуєма робоча башта представляє собою багатопверхову 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 6х6х28,6м (довжина х ширина х висота), відстань між осями колон по поперечному розрізу будівлі приймаємо 6м, а в плані по довжині 6 м в плані сітка колон складає 3 х 3м. 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 проектувалися для застосування з фундаментами анкерного типу, які забезпечують зниження тиску на одиницю площі основи, за рахунок застосування суцільної залізобетонної фундаментної плити.

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.

Для освітлення виробничих приміщень приймаємо віконні прорізи із суцільним стрічковим застосуванням.

Покриття будівлі складається зі збірних покрівельних настилів, багат шарового 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 проектують як монолітними, так і збірними із звичайним і попередньо напружени мармуванням. 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.

Збірні стіни силосів проектують 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, проектують 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 проектують 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.

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.

Найбільшого поширення набули круглі силоси із сегментних елементів. Кожне кільце складають із трьох, чотирьох або шести елементів криволінійного контуру, з'єднаних болтами або зварюванням.

Для круглих силосів діаметром 12 м розроблено типову конструкцію, якій кожне кільце складається із 24 тонкостінних ребристих панелей – оболонок, які обтискуються попередньо напруженою арматурою, укладеною в пази ребер, панелей. Панелі-оболонки канелюрного типу номінальними розмірами ширини 1,54 і висоти 3,0 м обернені опуклістю в середину силосу. Стики силосу канелюрного типу відтиску 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 розпірз середини стиснутим повітрям. Після натягування, арматуру захищають цементним розчином, який наносять способом торкретування [37-38].

## Розділ 7

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці в зерновій галузі (елеватори, склади) базується на запобіганні вибухам пилу, отруєнню газами, травмуванню механізмами та падінню з висоти. Обов'язкові: наряд-допуск на роботи в силососах/бункерах, справна аспірація, контроль загазованості, пожежна безпека (вогнезахист) та автоматика на сушарках. Персонал повинен проходити інструктажі та медогляди [39].

В зернопереробній галузі працює значна кількість людей, тому зберігання трудових ресурсів зернопереробної промисловості являється важливою проблемою, яку і вирішує охорона праці на підприємстві.

В даному розділі визначені всі необхідні заходи, міри та способи для створення комфортних умов праці на підприємстві по виконанню основних положень Конституції, закону «Про охорону праці» та діючої нормативно-правової документації. Розроблений проект будівництва міні-елеватора в повній мірі відповідає законодавству з охорони праці в Україні та дозволяє зберегти трудові ресурси на період їх роботи.

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю.

Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України. Так, Конституція України одним з основних соціальних прав громадян визначає право кожного на належні, безпечні й здорові умови праці, встановлює, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється [40].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					97	145
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

## 7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

Виробничі фактори поділяються на небезпечні та шкідливі залежно від їхнього впливу на працівників.

Небезпечний виробничий фактор – це чинник, який у певних умовах може спричинити травму або різке погіршення стану здоров'я працівника.

Шкідливий виробничий фактор – це чинник, що може викликати захворювання або зниження працездатності.

Аналіз майбутнього міні-елеватора, представленого в технологічній частині проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ):

1) підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони.

2) підвищений рівень шуму на робочому місці – утворюється на поверсі головок та башмаків норій. Нормативне значення цього параметру визначається відповідно до ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги» - становить 85 дБ на робочих місцях, у робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території;

3) підвищена або знижена температура повітря робочої зони – припустимі норми температури повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, складає: температура повітря 15-21 °С, температура повітря поза постійних робочих місць 13-24 °С;

4) підвищений рівень вібрації – допустимі параметри вібрації визначаються відповідно з ДСН 3.3.6-039-99 і у деяких машин становить: сепаратор А1-БЦС-50 не більше 0,2 м/с 10-2, норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв. , частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц, віброзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 1,3 м/с 10-2;

5) підвищена або знижена рухливість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, припустимі норми

швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 0,4 м/с, не більше;

6) відсутність або недостатність природного світла – норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – 1,5 % мінімум відповідно до ДБН В.2.5-28-2018;

7) підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – 75 %, не більше;

8) підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини – все устаткування підключене до електричної мережі 380 Вт повинне бути заземлене. Опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом;

9) недостатня освітленість робочої зони – робочі місця у разі невірного розрахунку освітлювальної системи і розміщення технологічного обладнання, за рахунок забруднення освітлювальних приладів, відсутності ламп, а також у нічні зміни (норми електроосвітлення поверху головок норій: при лампах розжарення – 30 лк, газорозрядних – 75лк); підсилені та інші галереї, приймальні пристрої, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [41].

## **7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ**

Заходи безпеки спрямовані на запобігання впливу шкідливих виробничих факторів на людину. Тому на кожному підприємстві обов'язково проводиться інструктаж із безпеки, дата та зміст якого фіксуються у спеціальному журналі із підписами всіх учасників та відповідальної особи. Для забезпечення нормованих показників мікроклімату чистоти повітря у робочій зоні (норма ГДК – 4,0 мг/м<sup>3</sup>)

проєктом передбачені наступні заходи:

- раціональне розміщення обладнання з можливістю зручного і безпечного обслуговування і ремонту;

- механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані.

Очистка живлячих механізмів, очистка завалів в башмаках норії і конвеєрах; - раціональна теплова ізоляція устаткування: дифузори і вентилятори, які розміщені в доступних місцях, покривають шаром теплоізоляції;

- раціональна вентиляція (аспірація, аварійна вентиляція);

- раціональний режим праці і відпочинку забезпечений Законодавством України про охорону праці і відбитий у колективному договорі підприємства.

- герметизація устаткування;

- аспірація устаткування (головки та башмаки норій, конвеєри);

- графік прибирання пилу (2 рази на день);

- засоби індивідуального захисту: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації проєктом передбачені організаційні і технічні заходи.

Основні організаційні заходи:

– експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних робіт;

– розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях (головки та башмаки норій, конвеєри);

– застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації (зовнішні і внутрішні антифони, протишумні каски, навушники, м'які шоломи, беруші);

– дистанційне керування устаткуванням

– (силос: датчики рівня, контроль температури, головки та башмаки норій, конвеєри);

– проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди). Основні технічні заходи:

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування (головки норій, конвеєри, вентилятори);
- звукоізоляція (вентилятору аспірації);
- віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);
- ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;
- використання глушників шуму.

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проєктом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2018 у приміщенні із постійним перебуванням у ньому людей повинно бути, як правило, природне освітлення. Для забезпечення необхідного освітлення в нічний час чи при недостатності природного освітлення або при неможливості його застосування за умов технологічного процесу застосовують штучне освітлення.

*Природне освітлення.* Проєктом передбачене бічне (однобічне, двобічне) освітлення. Для бічного освітлення нормується мінімальне значення КПО. Норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємства – 1,5%. Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи. Для зручності і безпеки обслуговування проєктом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

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

*Робоче освітлення прийняте загальне.* З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках, освітленість (у Лк) ділянок вказано в табл.7.1.

Таблиця 7.1 – Норми електроосвітлення основних виробничих приміщень по зберіганню та переробці зерна

Приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при лампах	
		Розжарення	Газорозрядних
Поверх головок норій, поверх сепараторів	VIII а	30	75

Інші поверхи робочої будівлі, надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї, сушарка	VIII б	20	50
---	--------	----	----

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

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

Для підтримки запроєктованого освітлення передбачається очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік за графіком, який встановлено на підприємстві (вересень, квітень).

Заходи і засоби захисту працюючих від ураження електричним струмом починаються з визначення категорії приміщень з електробезпеки: силос – ППО, приймально-відпускні пристрої – ООП, зерносушарка – ООП, топкове приміщення – ППО, транспортерна галерея – ППО.

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

- недоступність струмоведучих частин – розташування проводки на недосяжній висоті; розташування її на підлозі у металевих трубах із обов'язковим заземленням; застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів; захисне заземлення або занулення корпусів електроустаткування й елементів електроустановок, що можуть виявитися під напругою – (головки норій, конвеєри, вентилятори);

- захисне підключення-відключення електроустановки при

пошкодженні ізоляції і переході напруги на не струмовідні елементи;

– застосування знижених напруг для живлення переносних струмоприймачів (в приміщеннях з підвищеною небезпекою – не більше 42В, в особливо небезпечних, поза приміщенням – не більше 12В);

– блокування – неможливість відкриття кришки обладнання без попередньої зупинки електродвигуна; надписи, плакати («Обережно! Висока напруга», «Не вмикати: працюють люди!»), засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавиці, діелектричні калоші і боти, ізолюючі штанги, ізолюючі рукоятки, діелектричні килимки) [41].

### 7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок з вибухопожежної та пожежної безпеки встановлені згідно НАПБ Б.03.002-2007.

Таблиця 7.2 – Категорії та класи виробництва за пожежовибухо-небезпекою

п/п	№ Назва будівель та споруд	Категорія за пожежовибухо-небезпекою	Клас за пожежовибухо-небезпекою у електроустановках
1	Робоча будівля та силосні корпуси елеватора	В	П-П
2	Приймально-відпускні пристрої	В	П-П
3	Зерносушарка (окрім топкового приміщення)	В	П-П
4	Топкове приміщення	Г	–
5	Транспортерна галерея	В	П-П

Пожежна безпека виробництва у КРБ забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавко захисту на будинках і спорудах;
- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;

- передбачення наступних типів вогнегасників (для приміщень з граничною захисною площею 135 кв. м передбачені наступні вогнегасники переносні вогнегасники УО-5 із зарядом вогнегасної речовини з вагою 5 кг – 13 одиниць, пересувні вогнегасники ОП-5 із зарядом вогнегасної речовини вагою 5 кг – 4 одиниці);

- передбачення наступних систем пожежогасіння:

*внутрішня* – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу;

зовнішня система пожежогасіння – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;

передбачення додаткових первинних засобів пожежогасіння: ящики з піском; бочки з водою; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири) (біля входу в робочу башту елеватору, зерносушильного комплексу, вузла приймання зерна з автотранспорту) [42].

## Розділ 8

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Науково-дослідна робота на тему  
«Аналіз зернового сектору Хмельницької області»

#### Вступ

Зерновий сектор є однією з ключових складових аграрного виробництва України та відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави, формуванні експортного потенціалу та підтримці економічної стабільності. Хмельницька область традиційно належить до регіонів із високим рівнем розвитку сільського господарства, зокрема зерновиробництва, що обумовлено сприятливими природно-кліматичними умовами, родючими ґрунтами та значною часткою аграрних підприємств різного масштабу.

В сучасних умовах під впливом воєнних дій, зміни логістичних маршрутів, коливань світових ринкових цін та підвищення вартості ресурсів особливої актуальності набуває комплексний аналіз стану та тенденцій розвитку зернового сектору на регіональному рівні. Для Хмельницької області це є важливим не лише з точки зору оцінки економічної ефективності, а й для виявлення можливостей підвищення конкурентоспроможності місцевих виробників, оптимізації структури посівів та покращення інфраструктури зберігання і збуту зерна.

Оцінка сучасного стану зернового виробництва, динаміки урожайності, структури виробників та ринкової кон'юнктури дозволяє сформулювати цілісне уявлення про розвиток галузі та визначити ключові проблеми й перспективи її подальшого функціонування. Таким чином, дослідження зернового сектору Хмельницької області є актуальним і важливим для обґрунтування ефективних управлінських рішень, підвищення економічної стійкості регіону та забезпечення стабільності аграрного ринку України.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Озерянський А.М.			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Керівник</i>		Борта А.В.					105	145
<i>Консультант</i>		Борта А.В.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
<i>Рецензент</i>								
<i>Зав. кафедр.</i>		Макаринська А.В.						

## 8.1. Стан питання

Дослідження функціонування зернового сектору аграрної економіки України та Хмельницької області ґрунтується на численних наукових працях та офіційних джерелах статистики. Серед них можна виділити кілька ключових робіт, які є основою для подальшого аналізу.

Автори Саблук П.Т. та Месель-Веселяк В.Я. [1] розглядають структуру аграрного виробництва, чинники, що впливають на ефективність виробництва зернових культур, а також механізми державного регулювання ринку. В роботі також виділяються основні проблеми галузі, такі як нестабільність цін, дисбаланс між великими та дрібними виробниками та необхідність підвищення технологічного рівня виробництва. Це джерело дозволяє сформулювати теоретичну базу для аналізу зернового сектору на регіональному рівні.

Андрійчук В.Г. у книзі «Економіка аграрних підприємств» [2] акцентує увагу на внутрішніх процесах управління аграрними підприємствами та їхньому впливі на ефективність виробництва зернових культур. У роботі аналізуються витрати на виробництво, фактори собівартості, організаційна структура господарств, а також питання доступу до фінансування та ринків збуту.

Пармаклі Д.М., Зеленський В.А. та Зеленський А.В. у публікації «Аналіз стану зерновиробництва в Хмельницькій області» [3] досліджують конкретні показники виробництва зерна в регіоні. У роботі наводяться дані про посівні площі, врожайність та валовий збір основних зернових культур, аналізується структура виробників та динаміка виробництва.

Григорук П.М. та Федорова Т.Ю. у роботі «Аналіз аграрного сектору Хмельницької області за основними показниками сталого розвитку» [4] приділяють увагу оцінці соціально-економічного впливу аграрного виробництва. Досліджуються показники ефективності сільськогосподарських підприємств, врожайності, структурні зміни в аграрному секторі, а також фактори сталого розвитку.

Таким чином, аналіз літератури показує, що сучасні дослідження зернового сектору Хмельницької області охоплюють як теоретичні основи функціонування аграрного ринку, так і практичні аспекти виробництва, структуру виробників,

динаміку посівних площ та врожайності. Всі виділені джерела взаємодоповнюють одне одного: наукові праці дають теоретичну базу і методологію аналізу [1, 2], регіональні дослідження забезпечують кількісні показники та конкретні дані по області [3, 4]. Такий підхід створює надійну основу для подальшого проведення власного дослідження зернового сектору Хмельницької області.

### **8.3. Мета дослідження.**

Метою дослідження є оцінка сучасного стану зернового ринку Хмельницької області та визначення факторів, що впливають на його розвиток. Дослідження є виявлення основних тенденцій і проблем функціонування зернового сектору Хмельницької області на основі статистичного та економічного аналізу.

#### **Завдання дослідження:**

1. Охарактеризувати теоретичні основи функціонування зернового ринку та його роль в аграрному секторі.
2. Проаналізувати природно-кліматичні та економічні умови зернового сектору Хмельницької області.
3. Оцінити динаміку виробництва, урожайності та структури посівних площ основних зернових культур у регіоні.
4. Проаналізувати структуру виробників зерна та їх частку на ринку Хмельницької області.
5. Визначити основні проблеми, що стримують розвиток зернового сектору області.

**Об'єкт дослідження:** Об'єктом дослідження виступає ринок зернових культур, процеси виробництва, реалізації та функціонування зернового сектору Хмельницької області.

#### **Результати досліджень**

##### **Географічне розташування**

Історично Хмельниччина сформована з різних українських етнографічних земель та довгий час була прикордонним краєм. Територія області належить до Волині (північна частина, приблизно до річки Случ) і Поділля (середня і південна частини) і є пограниччям з Галичиною на заході та Буковиною і Бессарабією на

півдні. Південні і західні межі сучасної області тривалий час були державними кордонами.

Хмельниччина межує з 5 іншими областями України: на сході з Вінницькою, заході – Тернопільською, північному заході – Рівненською, півночі – Житомирською та півдні – Чернівецькою областями. Усі вони мають, здебільшого, агропромисловий розвиток без значного промислового потенціалу, якою донедавна була і Хмельниччина [5].



Рис. 8.1. Географічне розташування Хмельницької області

### **Теоретичні основи функціонування зернового ринку та його роль в аграрному секторі .**

Зерновий ринок є ключовою складовою національного аграрного сектору, оскільки забезпечує продовольчу безпеку держави, формує значну частку експортних надходжень та впливає на економічну стабільність країни. Він являє собою систему економічних відносин між виробниками, трейдерами, переробними підприємствами, експортерами та державними органами, що регулюють умови виробництва, обігу, реалізації й експорту зерна. Економічна сутність зернового ринку полягає у забезпеченні ефективного розподілу зернових ресурсів відповідно до попиту і пропозиції, а також у формуванні цін, які відображають кон'юнктуру ринку та конкурентоспроможність продукції [1].

У науковій літературі зерновий ринок розглядається як складна система, що включає виробничі процеси, логістику, інфраструктуру, зберігання, контроль якості та реалізацію продукції [2]. Його функціонування залежить від природно-кліматичних умов, технологічного рівня виробництва, ринкових механізмів, світової кон'юнктури та державної політики. Важливою характеристикою зернового ринку є сезонність виробництва, висока цінова волатильність, залежність від зовнішніх ринків і значний рівень конкуренції. Зерно відноситься до стратегічної продукції, тому ринок зернових культур є одним із найбільш регульованих у державі. Закон України «Про зерно та ринок зерна в Україні» визначає базові принципи функціонування ринку, умови діяльності його учасників, вимоги до зберігання продукції та механізми державного контролю [6].

Структура зернового ринку охоплює суб'єкти виробництва (аграрні підприємства, фермерські господарства, домогосподарства), елеваторні комплекси, переробні підприємства, трейдерів, експортні компанії та органи державного регулювання [7]. Об'єктом ринкових відносин виступає зерно та продукти його переробки. Значну роль відіграє інфраструктура ринку, яка забезпечує зберігання, транспортування, сертифікацію, логістику та контроль якості зернових культур. Розвинена інфраструктура істотно впливає на конкурентоспроможність виробників, оскільки визначає рівень втрат, логістичні витрати та швидкість реалізації продукції.

Роль зернового ринку в економіці України є визначальною. Україна традиційно займає провідні позиції у світових рейтингах з експорту пшениці, кукурудзи та ячменю, тому ринок зерна формує одну з основ національної експортної економіки. Зерновий сектор впливає на розвиток переробної промисловості, тваринництва, комбикормової індустрії, харчової промисловості та зовнішньоекономічних відносин. У сільській місцевості зернове виробництво забезпечує зайнятість населення, підтримує соціальну інфраструктуру та сприяє економічному розвитку територій.

Розвиток зернового ринку тісно пов'язаний із рівнем державної підтримки, інвестиційною політикою, станом логістичної інфраструктури та міжнародними умовами торгівлі. Держава здійснює регулювання галузі через законодавчі акти,

фінансові інструменти стимулювання виробництва, програми підтримки експорту, стандартизацію якості зерна, інтервенції на ринку та формування державного резерву [6]. У міжнародній практиці важливу роль відіграють рекомендації ФАО, механізми СОТ, торговельні угоди та світові цінові індикатори .

Для України зерновий ринок має стратегічне значення, оскільки приносить значні валютні надходження, підвищує рівень національної продовольчої безпеки та зміцнює позиції на світовому аграрному ринку. У регіональному вимірі, зокрема в Хмельницькій області, зерновий сектор є основою аграрного виробництва завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам, достатнім ресурсам та розвиненій мережі аграрних підприємств. Вивчення теоретичних основ функціонування ринку дозволяє глибше зрозуміти специфіку регіонального розвитку, визначити ключові чинники ефективності та окреслити перспективи галузі.

### **Аналіз природно-кліматичних та економічних умов зернового сектору Хмельницької області**

Хмельницька область має низку природно-кліматичних особливостей, що безпосередньо визначають виробничі можливості зернового сектора. Регіон розташований у зоні Лісостепу з помірно континентальним кліматом, достатнім рівнем опадів у вегетаційний період та відносно сприятливими ґрунтовими умовами для вирощування основних зернових культур (пшениця, кукурудза, ячмінь). Ці загальні природні передумови створюють базовий потенціал для стійкого виробництва зерна, однак результати врожайності і стабільність виробництва значною мірою залежать від конкретних погодних коливань у роки посіву та збору, рівня агротехніки й застосування ресурсів. Загальні природно-кліматичні характеристики регіону та їхній вплив на продуктивність сільського господарства узагальнені у дослідженнях з економіки аграрного сектору і підручниках з аграрної економіки [1; 2].

Поряд із природними факторами на формування ефективності зернового виробництва в області суттєво впливають економічні умови: структура власності та форми господарювання, ресурсна забезпеченість (насіння, добрива, паливо),

інвестиційний рівень, доступ до кредитування, ринкова інфраструктура та логістика. У регіоні спостерігається поєднання різних типів суб'єктів: великі агропідприємства, середні й дрібні фермерські господарства, що зумовлює неоднорідність у застосуванні технологій, ефективності виробництва й рівні доступу до сервісів зберігання та збуту. Така структура відображена в регіональних аналітичних оглядах і є типовою для українських областей Лісостепу [1; 8].

Підсумовуючи, природно-кліматичні умови Хмельницької області створюють сприятливу основу для зернового виробництва, але повноцінне використання цього потенціалу залежить від економічних умов: модернізації виробничих процесів, розвитку інфраструктури зберігання і логістики, доступу до фінансів і ринків збуту, а також від ефективної реалізації законодавчих норм і державних програм підтримки. Регіональні дослідження виявляють як переваги (грунтово-кліматичний потенціал, наявність агропідприємств), так і слабкі сторони (нерівномірний доступ до ресурсів, інфраструктурні обмеження), які мають бути враховані при формуванні стратегії розвитку зернового сектору Хмельницької області [3, 4].

### **Оцінка динаміки виробництва, урожайності та структури посівних площ основних зернових культур у Хмельницькій області.**

Хмельницька область розташована в західно-центральної частині України й традиційно має потужний аграрний сектор, де зернові та зернобобові культури займають провідне місце в структурі посівних площ і валового виробництва сільськогосподарської продукції. За останні роки (період оцінки — умовно останні 3–5 років, зокрема урожайні роки 2020–2024) в регіоні спостерігається відносна стабільність загальної площі під сільгоспкультурами, проте зі зміною структури посівів та варіативністю врожайності, що зумовлено як погодними факторами, так і технологічними і ринковими умовами.

Основні зернові культури, що вирощуються в Хмельницькій області — це пшениця (включно з озимою і ярою), ячмінь, кукурудза на зерно, жито, овес, просо та гречка; до зернобобових належать горох і соя. Найбільшу частку в структурі зернових посівів традиційно займає пшениця та кукурудза: пшениця є

базовою хлібопекарською культурою, тоді як кукурудза — ключова по площах для виробництва кормів і як експортна культура. За даними обласного управління АПК, під озиму пшеницю у 2024 році було відведено понад 200 тис. га; загальні площі під озимі зернові (пшениця, ячмінь, жито) у сумі складають кількасот тисяч гектарів в різні роки, залежно від планування і погодних умов.

У 2024 році майже половину питомої ваги всього зібраного зерна становить кукурудза, яка зібрана з площі 186 тис га. Валовий збір цієї культури складає 1,9 млн тонн при середній урожайності 105 ц/га., що також є найвищим показником урожайності [9].

*Динаміка посівних площ.* У динаміці 2020–2024 років простежуються як епізодичні коливання загальної площі під зерновими, так і зміни всередині структури культивування: частка кукурудзи на зерно зростала в роки, коли на неї були вигідніші ціни і коли дозволяли погодні умови; протилежно — в посушливі роки дещо зростає частка пшениці озимої як консервативної культури. Регламентовані державні та регіональні статистичні дані показують, що загалом площі під культурами зерновими та зернобобовими по області в 2023–2024 роках перебували в межах близько 0,5–1,2 млн га (залежно від того, чи рахувати лише господарства усіх категорій або включати домогосподарства), при цьому площі під зерновими та зернобобовими як категорія складають помітну частку сільськогосподарських площ регіону. Конкретні річні показники площ по роках і категоріях доступні в розрізі господарств усіх категорій у публікаціях обласного статистичного управління [10].

Таблиця 8.1 - Посівні площі сільськогосподарських культур за категоріями господарств під урожай 2024 року <sup>1</sup>

	Площа посівна, га	2024 % до 2023
<b>Господарства усіх категорій</b>		
Культури сільськогосподарські	1219021	100,9
Культури зернові та зернобобові	518987	100,6
пшениця	233505	104,3
ячмінь	83294	116,4
кукурудза	180411	93,5
Культури технічні	529952	101,7
соя	272850	129,5

ріпак озимий та кольза (ріпак ярий)	95399	96,6
соняшник	119981	68,8

*Валовий збір і врожайність.* За офіційними підсумками збору врожаю у 2024 році аграрії Хмельницької області обмолотили 9,4 тис га врожаю кукурудзи на зерно. Валовий збір становить 66 тис тонн, середня урожайність – 70,6 ц/га.

Загалом зернові культури, включаючи кукурудзу на зерно, обмолочені на площі 356,9 тис га, або 67% до необхідного. Валовий збір зерна становить 2,3 млн тонн, середня урожайність – 63,5 ц/га [11].

*Територіальна структура посівів.* По районах Хмельницької області спостерігається нерівномірний розподіл посівних площ: найбільші площі під зерновими зосереджені в районах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами та розвинутою агропідприємницькою інфраструктурою (наприклад, Хмельницький, Кам'янець-Подільський райони та інші аграрно активні райони). Окремі статистичні таблиці по районах показують конкретні гектарні показники під озимими на зерно; ці дані дозволяють деталізувати аналіз структури та побудувати карти або графіки розподілу посівів по адміністративних одиницях [12].

Таблиця 8.2 - Посівні площі культур озимих на зерно та зелений корм за категоріями господарств у 2018 році

	Га	У % до 1 грудня 2017р.
<b>Господарства усіх категорій</b>		
Культури озимі на зерно та зелений корм – усього	320207	109,9
у тому числі		
культури зернові та зернобобові на зерно	245421	106,8
з них		
пшениця	227162	105,8
жито	2481	86,8
ячмінь	15591	130,1
ріпак на зерно	72563	122,8
<b>Сільськогосподарські підприємства</b>		
Культури озимі на зерно та зелений корм – усього	285760	110,7
у тому числі		

культури зернові та зернобобові на зерно	211897	107,4
з них		
пшениця	197661	106,2
жито	1308	83,2
ячмінь	12741	133,2
ріпак на зерно	72063	123,0

Таблиця 8.3 - Посівні площі культур озимих на зерно та зелений корм у підприємствах по містах і районах у 2019 році

	Культури озимі на зерно та зелений корм		У тому числі на зерно					
	га	у % до 1 грудня 2018р.	культури зернові				ріпак	
			усього		з них пшениця		га	у % до 1 грудня 2018р.
			га	у % до 1 грудня 2018р.	га	у % до 1 грудня 2018р.		
<b>Хмельницька область</b>	<b>278458</b>	<b>97,4</b>	<b>203995</b>	<b>96,3</b>	<b>188865</b>	<b>95,5</b>	<b>72824</b>	<b>101,1</b>
райони								
Білогірський	15156	107,6	10697	126,4	9550	126,4	4057	75,3
Вінковецький	14395	164,0	13099	167,1	12278	169,2	1286	139,7
Волочиський	7167	48,4	5367	47,5	4946	46,4	1695	50,1
Городоцький	17393	144,0	10964	109,9	9829	108,0	6389	304,3
Деражнянський	12787	79,4	8904	74,5	8594	77,3	3882	93,2
Дунаєвецький	20022	80,9	15443	104,4	13572	95,3	4463	45,1
Ізяславський	13131	93,2	8441	80,8	6197	76,7	4689	152,2
Кам'янець-Подільський	22741	105,7	17063	122,2	15996	127,7	5636	74,6
Красилівський	14948	86,6	11412	69,9	9602	68,1	3478	369,3
Летичівський	11047	108,4	9100	158,8	8780	158,7	1946	43,7
Новоушицький	5405	60,6	4794	73,3	4522	70,1	610	25,9
Полонський	11218	152,8	8277	180,0	8077	177,9	2902	106,3
Славутський	10988	95,5	7188	98,3	6580	96,6	3620	90,2
Старокостянтинівський	20227	97,3	13585	78,8	13220	78,7	6572	188,1
Старосинявський	7728	64,8	5574	53,6	5162	52,2	2022	141,8
Теофіпольський	10232	127,3	8100	115,7	7996	117,0	1947	220,7
Хмельницький	22940	120,1	18876	116,8	18021	118,8	4064	138,2
Чемеровецький	19127	110,4	10474	77,1	9986	76,4	8393	240,3
Шепетівський	7704	75,2	4530	56,8	4351	54,9	3174	139,9
Ярмолинецький	13937	82,8	11938	116,5	11478	115,3	1999	30,4

Таблиця 8.4 - Посівні площі культур озимих на зерно та зелений корм у підприємствах по містах і районах під урожай 2021 року

	На зерно та зелений корм		З них на зерно					
	га	у % до площ під урожай 2020р.	культури зернові				ріпак	
			усього		у т.ч. пшениця		га	у % до площ під урожай 2020р.
			га	у % до площ під урожай 2020р.	га	у % до площ під урожай 2020р.		
<b>Хмельницька область</b>	<b>251563</b>	<b>90,3</b>	<b>175477</b>	<b>86,0</b>	<b>165302</b>	<b>87,5</b>	<b>74479</b>	<b>102,3</b>
Білогірський	10265	67,7	7496	70,1	6963	72,9	2345	57,8
Вінковецький	7501	52,1	4456	34,0	3711	30,2	3026	235,3
Волочиський	13834	193,0	11809	220,0	11641	235,3	1975	116,6
Городоцький	22185	127,6	14785	134,9	14577	148,3	7400	115,8
Деражнянський	9556	74,7	7565	85,0	6991	81,3	1991	51,3
Дунаєвецький	17630	88,1	10873	70,4	10158	74,8	6757	151,4
Ізяславський	19218	146,4	9860	116,8	9153	147,7	9358	199,5
Кам'янець-Подільський	18162	79,9	13608	79,8	12624	78,9	4554	80,8
Красилівський	12395	82,9	10014	87,8	9204	95,9	2380	68,4
Летичівський	13049	118,1	7558	83,0	7263	82,7	5491	282,1
Новоушицький	7094	131,3	6484	135,2	6264	138,5	к	к
Полонський	8128	72,5	4070	49,2	3927	48,6	3699	127,5
Славутський	12888	117,3	8670	120,6	7411	112,6	4064	112,3
Старокостянтинівський	18353	90,7	14261	105,0	13925	105,3	4012	61,1
Старосинявський	8903	115,2	7062	126,7	6757	130,9	1777	87,8
Теофіпольський	6566	64,2	5837	72,1	5297	66,2	620	31,8
Хмельницький	12713	55,4	8332	44,1	7534	41,8	4381	107,8
Чемаровецький	13974	73,1	9117	87,0	8702	87,1	4513	53,8
Шепетівський	7228	93,8	4536	100,1	4449	102,3	2692	84,8
Ярмолинецький	11586	83,1	8908	74,6	8607	75,0	2678	133,9

**Таблиця 8.5 - Посівні площі культур озимих на зерно та зелений корм у підприємствах по районах під урожай 2022 року**

(га)

	На зерно та зелений корм	З них на зерно		
		культури зернові		ріпак
		усього	у т.ч. пшениця	
<b>Хмельницька область</b>	<b>275937</b>	<b>192959</b>	<b>176764</b>	<b>79736</b>
Кам'янець-Подільський район	60754	36167	32887	24345
Хмельницький район	155153	116854	107592	36183
Шепетівський район	60030	39938	36285	19208

*Тенденції структури:* зростання частки технічних і олійних культур (наприклад, ріпак, соняшник) в окремі роки конкурує за площі з зерновими, але зернові зберігають домінуючу позицію в посівній структурі регіону. Також у

останні роки зріс інтерес до насінництва та вирощування сертифікованого насіння зернових (програми насінництва, окремі насінневі ділянки), що впливає як на загальну якість посівів, так і на майбутню врожайність. Обласні підсумки насінництва 2024–2025 року показують, що в регіоні проводиться сертифікація насіння й виділяються площі під елійні та супереліти, що є позитивною ознакою для підвищення аграрної ефективності [13].

### **Аналіз структури виробників зерна та їх частка на ринку Хмельницької області.**

У Хмельницькій області сільськогосподарську діяльність ведуть різні типи господарств: великі аграрні підприємства, фермерські господарства і домогосподарства населення (особисті селянські господарства).

За регіональним аналітичним документом «Стратегія регіонального розвитку Хмельницької області на 2021-2027 роки», загальна площа ріллі під обробітком у всіх категоріях господарств становить близько 1 254 000 гектарів [5].

Серед господарств — близько 1 119 фермерських господарств, а також понад 300 тисяч особистих селянських (домогосподарських) господарств [5].

- При цьому домогосподарства населення й фермери користуються лише частиною земельного фонду: згідно з дослідженням, фермерські господарства орендують (або мають у користуванні) близько 135,8 тис. га (з них рілля — 132,4 тис. га) [5].

- Значна частина ріллі знаходиться у руках агропідприємств і великих сільськогосподарських компаній — тобто основне зернове виробництво зосереджене в підприємницькому секторі [5].

Хоч конкретних цифр «скільки відсотків зерна дали агропідприємства, фермери, домогосподарства» у відкритих публікаціях для Хмельницької області небагато, є кілька орієнтирів, які дають змогу зробити приблизну оцінку:

Фермерські господарства мають відносно невелику частку з погляду загальної ріллі: 132,4 тис. га з 1,254 млн га — тобто приблизно 10–11%.

Більшість ріллі — і, відповідно, більшість зернового виробництва — зосереджена у агропідприємств (включно з великими господарствами,

агрохолдингами). Це логічно, бо великі господарства мають ресурси для масштабних посівів, техніки, добрив, обробітку землі [5].

Домогосподарства (особисті селянські господарства) фактично мають мінімальну частку у площах ріллі, тому їх внесок у товарне зернове виробництво, швидше за все, зовсім малий, або переважно для власних потреб [5].

При цьому серед фермерських господарств переважна більшість — дрібні (93 % господарств мають до 500 га) [5].

Таким чином, ринок зерна в регіоні виглядає як ринок, де домінують великі аграрні компанії + кілька сотень/тисяч дрібних і середніх фермерів; невеликі домогосподарства — формально присутні, але їхня частка у виробництві зерна — невелика.

Централізація виробництва на великих господарствах дає можливість застосовувати сучасні технології, техніку, масштабні агротехнічні заходи, що підвищує врожайність і ефективність. Великі агропідприємства мають ресурси для закупівлі добрив, насіння, механізації — і це позитивно впливає на обсяг і якість зерна. Дрібні та середні фермерські господарства (на 10–11% ріллі) створюють певну різноманітність власників, що може бути важливо для соціальної стабільності, зайнятості у селі, підтримки місцевих громад. Структурне розподілення дає можливість комбінувати різні типи агровиробників: великі — для масштабного товарного виробництва та експорту, дрібні — для локальних ринків, фермерів, місцевих потреб. Це може бути корисно для продовольчої безпеки і диверсифікації виробництва.

Але поміж тим основна вага на великих господарствах означає, що регіон залежить від стану агрохолдингів та великих підприємств: якщо вони зіштовхнуться з проблемами (економічними, логістичними, кліматичними), це може серйозно вплинути на весь зерновий ринок Хмельницької області. Невелика частка фермерів у площах ріллі — менше ніж 15% — означає, що фермерський сектор є недостатньо розвиненим, і при певних шоках (зростання цін на ресурси, падіння цін на зерно, зміни політики) ці господарства можуть бути менш конкурентоспроможними. Домогосподарства практично не впливають на товарне зернове виробництво, тож залишається залежність від агропідприємств, і немає

«страхового запасу» у вигляді великого шару дрібних виробників, які могли б заповнити спад в одному сегменті.

### **Основні проблеми, що стримують розвиток зернового сектору області.**

Розвиток зернового сектору Хмельницької області характеризується певними позитивними тенденціями, проте існує низка проблем, що стримують його ефективність і стабільність. Основними є природно-кліматичні обмеження, економічні фактори, структурні проблеми виробництва та організаційно-правові аспекти.

Природно-кліматичні умови регіону створюють як можливості, так і обмеження для розвитку зернового сектору. Хмельницька область має помірно-континентальний клімат, середню забезпеченість опадами і родючі ґрунти, що сприяє вирощуванню основних зернових культур, зокрема пшениці, ячменю, кукурудзи та жита [5]. Проте нерівномірний розподіл опадів упродовж сезону, ризик засух та весняних повеней негативно впливає на урожайність та стабільність виробництва. Ці кліматичні фактори потребують застосування сучасних агротехнологій і систем зрошення, що не завжди доступні для всіх господарств [5, 6].

Економічні фактори також залишаються значущим обмеженням. Високі витрати на насіння, добрива, паливо та техніку створюють бар'єри для дрібних і середніх фермерських господарств, обмежуючи їхню здатність конкурувати з великими агропідприємствами [1, 2, 7]. Відсутність достатнього фінансування та кредитної підтримки ускладнює оновлення техніки та впровадження ресурсозберігаючих технологій, що безпосередньо впливає на врожайність та якість зерна [2, 3]. Крім того, коливання цін на зерно на внутрішньому та зовнішньому ринках створює нестабільність доходів агровиробників і підвищує ризики інвестицій у виробництво [4, 7].

Структурні проблеми виробництва пов'язані з диспропорцією між великими агропідприємствами та фермерськими господарствами. Основна частка зернового виробництва зосереджена у великих господарствах, тоді як фермери та особисті селянські господарства мають меншу частку ріллі та обмежені можливості для впливу на ринок [6, 9, 14]. Така концентрація виробництва створює ризики

залежності регіону від кількох великих гравців і зменшує конкуренцію, що може стримувати розвиток інновацій та підвищення ефективності [3, 14].

Іншою проблемою є недостатній рівень застосування сертифікованого насіння та сучасних технологій обробітку ґрунту, що безпосередньо впливає на врожайність та якість зернових культур [13]. За даними управління агропромислового розвитку, лише частина площ у Хмельницькій області засівається сертифікованим насінням, що обмежує потенціал підвищення ефективності виробництва [14].

Таким чином, розвиток зернового сектору Хмельницької області стримують комплекс факторів: кліматичні ризики, високі витрати на виробництво, нерівномірний розподіл виробників, недостатній доступ до сучасних технологій і фінансування, а також організаційні та ринкові обмеження. Подолання цих проблем потребує комплексного підходу, включно з підтримкою середніх і малих фермерських господарств, стимулюванням впровадження сучасних технологій, розвитком інфраструктури та ринкових механізмів.

**Висновки:** Зерновий сектор є однією з ключових складових аграрного виробництва Хмельницької області, що забезпечує не лише продовольчу безпеку регіону, а й значну частку доходів сільськогосподарських виробників. Природно-кліматичні умови Хмельницької області загалом сприятливі для розвитку зернового сектору. Територія регіону характеризується помірно-континентальним кліматом, достатнім рівнем опадів та родючими ґрунтами, що дозволяє ефективно вирощувати такі основні зернові культури, як пшениця, ячмінь, кукурудза та жито.

Аналіз статистичних даних показав, що середня врожайність пшениці у 2023–2024 роках становила близько 50–55 ц/га, ячменю — 45–48 ц/га, а кукурудзи — 65–70 ц/га. Валовий збір зерна також демонструє тенденцію до зростання, що пов'язано з покращенням агротехнологій та збільшенням площ під окремими культурами. Разом із тим, нерівномірний розподіл опадів у сезоні та ризики засухи можуть призводити до коливань врожайності, що створює певні труднощі для стабільного функціонування ринку.

Структура посівних площ у регіоні відображає пріоритети аграрної політики та особливості попиту на зернові культури. Пшениця традиційно займає основну частку посівних площ, забезпечуючи близько 40–45% усіх зернових угідь, кукурудза та ячмінь становлять приблизно по 20–25%. Жито, овес та інші зернові культури займають меншу частку, проте відіграють важливу роль у сівозміні та забезпеченні продовольчої безпеки. Аналіз динаміки виробництва та структури посівних площ показав, що регіон поступово збільшує площі під кукурудзою та озимою пшеницею, що відображає тенденцію до підвищення економічної ефективності виробництва, оскільки ці культури забезпечують більший валовий збір і кращі ринкові ціни.

Структура виробників зерна в області характеризується високою концентрацією виробництва серед великих агропідприємств. Основна частка посівних площ належить великим господарствам та агрохолдингам, що дозволяє їм застосовувати сучасні технології, ефективно використовувати техніку та добрива, підвищуючи врожайність і якість зерна. Фермерські господарства займають відносно невелику частку ріллі — близько 10–12% загальних площ, тоді як домогосподарства населення практично не впливають на товарне виробництво. Така концентрація виробництва має як переваги, так і обмеження. До переваг належать ефективність та масштабність виробництва, можливість впровадження інновацій та сучасних агротехнологій, а також більш організований підхід до зберігання і збуту продукції. До недоліків можна віднести високу залежність ринку від діяльності кількох великих гравців, зниження конкуренції серед дрібних і середніх виробників, а також підвищений ризик концентрації земель та ресурсів.

Зерновий сектор Хмельницької області має значний потенціал для розвитку завдяки сприятливим природним умовам, наявності ріллі та стабільній структурі агровиробників. Ефективність виробництва значною мірою забезпечують великі агропідприємства, тоді як дрібні фермери та домогосподарства мають обмежену частку у виробництві. Для підвищення конкурентоспроможності та стабільності галузі необхідно застосовувати комплексний підхід: розвиток фінансової підтримки та кредитування фермерів, модернізація агротехніки, підвищення використання сертифікованого насіння, впровадження сучасних агротехнологій,

розвиток інфраструктури зберігання та збуту, а також стимулювання конкуренції серед виробників.

Таким чином, Хмельницька область володіє сприятливими умовами для розвитку зернового сектору, але його подальший прогрес залежить від комплексного вирішення кліматичних, економічних, структурних та інфраструктурних проблем. Збалансований розвиток аграрного ринку, поєднання ефективності великих підприємств із підтримкою середніх і малих виробників, впровадження сучасних технологій та вдосконалення ринкових механізмів дозволить забезпечити стабільне й сталий розвиток зернового сектору регіону.

## Розділ 9

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

#### 9.1 Розрахунок чисельності працюючих на підприємстві

Розрахуємо чисельність основних робітників ( $Ч_p^o$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ( $Ч_{TM}$ ):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Чисельність основних працюючих в нашому випадку братимемо за  $Ч_{TM} = 0,55$ :

$$Ч_p^o = 9,8 \times 0,55 = 6 \text{ особи}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $Ч_p^d$ ) ми визначимо як 25 % від чисельності основних робітників на елеваторі:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого елеватору дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 6 \times 0,25 = 2 \text{ особи}$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників ( $Ч_p$ ) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для підприємства, дорівнюватиме:

$$Ч_p = 6 + 2 = 8 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників підприємства зводимо у табл. 9.1.

Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І.1.14			
Розроб.		Озерянський А.М			«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 9,8 тис.т в Хмельницькій області»	Лит.	Арк	Аркушів
Керівник		Борта А.В.					122	145
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, Гр. ТЗХ – 41 б		
Зав.кафед.		Макаринська А.В.						

Таблиця 9.1 – Структура персоналу і чисельність працівників

Категорії працівників	Питома вага, %	Чисельність, осіб
Робітники – основні і допоміжні	80	8
Керівники, фахівці	20	2
Всього	100	10

## 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);
- зберігання 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 [9].

Розрахуємо обсяг 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/тонну.

Згідно вихідних даних до дипломного проекту розрахуємо вартість послуг елеватору в грошовому виразі. Почнемо розрахунок з першої операції, а саме приймання зерна на елеватор з автотранспорту.

Розрахунки за даними нашого проекту вираховуємо і вносимо в таблицю 9.2. Враховуємо, що в нашому проекті ми передбачаємо зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного заготівельним елеватором у сільськогосподарських виробників – по 50 % кожного виду від загального об'єму зерна.

Таблиця 9.2 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватору

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Оріп <sup>Н</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, Оріп, тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
<b>Приймання зерна з автотранспорту,</b>	<b>8,0</b>	-	
<b>Приймання зерна з залізничного транспорту,</b> в тому числі:	<b>1,9</b>	-	
- <b>ранніх культур:</b>	<b>8,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 % – див.табл.2.4)	2,2	80,62x1,0	<b>177,36</b>
- ячмінь (45 % – див.табл.2.4)	1,8	80,62x1,0	<b>145,12</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в т.ч.:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	104,80x1,0	<b>230,56</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	104,80x1,0	<b>188,64</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,8</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	80,62x1,0	<b>47,16</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,315	80,62x1,0	<b>25,40</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	104,80x1,0	<b>61,31</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,315	104,80x1,0	<b>33,02</b>
<b>Відпуск зерна на автомобільний транспорт,</b>	<b>9,0</b>	-	-
<b>Відпуск зерна на залізничний транспорт,</b> в тому числі:	<b>1,8</b>	-	-

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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- <b>ранніх культур:</b>	<b>8,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	100,77x1,0	<b>221,69</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	100,77x1,0	<b>181,39</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	131,00x1,0	<b>288,2</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	131,00x1,0	<b>235,8</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,8</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	100,77x1,0	<b>58,95</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,315	100,77x1,0	<b>31,74</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	131,00x1,0	<b>76,64</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,315	131,00x1,0	<b>41,27</b>
<b>Зберігання зерна (Є<sub>сел</sub> x 330 діб):</b>	<b>9,8x330=3234</b>	-	-
в тому числі:			
- власного (50 %)	1617	2,41	<b>3896,97</b>
- поклажодавця (50 %)	1617	3,14	<b>5077,38</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>9,8</b>	-	-
- власного (50 %)	4,9	18,14	<b>88,89</b>
- поклажодавця (50 %)	4,9	23,58	<b>115,54</b>
<b>Сушіння зерна ранніх культур (всього):</b>			
$A^a_{пр(ранніх)} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$	<b>8,0x0,3 =2,4</b>	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{пр(ранніх)} \times a_1$	<b>1,2</b>	-	-
- власного	0,6	20,15	<b>12,09</b>

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$ , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, ТРП, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$ , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- поклажодавця	0,6	26,20	<b>15,72</b>
<b>від вологості 22 % до 14 %:</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{ранніх}) \times \alpha_2$	<b>1,2</b>		
- власного	0,6	20,15	<b>12,09</b>
- поклажодавця	0,6	26,20	<b>15,72</b>
<b>Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	<b>1,8x0,35=0,63</b>	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_1$	<b>0,315</b>	-	-
- власного	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
- поклажодавця	0,1575	26,20	<b>4,13</b>
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_2$	<b>0,315</b>	-	-
- власного	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
- поклажодавця	0,1575	26,20	<b>4,13</b>
<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>11293,25</b>
- власного	-	-	<b>4905,19</b>
- поклажодавця	-	-	<b>6388,06</b>

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховується, виходячи з даних табл. 2.4 і терміну роботи елеватора 330 діб на рік. Кількість лабораторних аналізів можна розрахувати, виходячи з даних табл. 2.4.

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб ( $T$ ) визначають за формулою:

$$T_{\Pi} = A_{\text{пр}} / E_{\text{T}}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де  $A_{\text{пр}}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_{\text{T}}$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{\Pi} = 9800 / 20 = 490 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{\text{вп}}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{впр}} / E_{\text{T}}, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де  $A_{\text{впр}}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на один вид транспорту, тонн

$$T_{\text{вп}} = 9800 / 20 = 490 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ( $\Sigma T_{\text{лаб}}$ ) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\Pi} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10– коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів [7].

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (490 + 490) \times 1,10 = 1078 \text{ од.},$$

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, 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.

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  
міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ , тис. шт.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$ , грн/шт	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$ , тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, шт/рік:	0,1078	-	-
- власного	0,539	583,45	314,48
- поклажодавця	0,539	758,49	408,83
Подвійне складське свідоцтво:	0,66	-	-
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	69,17	22,82
ВСЬОГО, в тому числі:	-	-	763,69
- власного зерна	-	-	332,04
- зерна поклажодавця	-	-	431,65

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 12056,94 тис. грн (табл. 9.4).

Таблиця 9.4 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О <sub>рп</sub> , тис. грн
<b>Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього,</b> в тому числі:	11293,25
- власного зерна	4905,19
- зерна поклажодавця	6388,06
<b>Послуги лабораторії, всього</b> в тому числі:	763,69
- власного зерна	332,04
- зерна поклажодавця	431,65
<b>Всього</b>	12056,94
- власного зерна	5237,23
- зерна поклажодавця	6819,71

### 9.3 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{p}^{OD} = T_{rp} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де  $T_{rp}$  – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

$P$  – рентабельність, закладена у тарифі, частки (необхідний рівень рентабельності приймаємо на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{pp}$ ) за формулою:

$$C_{pp} = \sum(O_{rp}^H \times C_{p}^{OD}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де  $C_{p}^{OD}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проекті закладемо середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 104,80 / (1,0 + 0,3) = 80,62 \text{ грн /тонну.}$$

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 виразі, Оріп <sup>Н</sup> , тис. тонн	Собівартість од.робіт та послуг, С <sub>р</sub> <sup>ОД</sup> грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, С <sub>р</sub> <sup>Р</sup> , тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
<b>Приймання зерна з автотранспорту,</b>	<b>8,0</b>	-	
<b>Приймання зерна з залізничного транспорту в тому числі:</b>	<b>1,8</b>	-	
- <b>ранніх культур:</b>	<b>8,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	80,62x1,0	<b>177,36</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	80,62x1,0	<b>145,12</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	80,62x1,0	<b>177,36</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	80,62x1,0	<b>145,12</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,8</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	80,62x1,0	<b>47,16</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,585	80,62x1,0	<b>25,40</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	80,62x1,0	<b>47,16</b>
-соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,585	80,62x1,0	<b>25,40</b>
<b>Відпуск зерна на автомобільний транспорт,</b>	<b>8,0</b>	-	-
<b>Відпуск зерна на залізничний транспорт в тому числі:</b>	<b>1,8</b>	-	-

Види работ та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орт <sup>H</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трт, грн/тону	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орт, тис. грн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- <b>ранніх культур:</b>	<b>8,0</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	100,77x1,0	<b>221,69</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	100,77x1,0	<b>181,38</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>4,0</b>	-	-
- пшениця (55 %)	2,2	100,77x1,0	<b>221,69</b>
- ячмінь (45 %)	1,8	100,77x1,0	<b>181,38</b>
- <b>пізніх культур:</b>	<b>1,8</b>		
- <i>власного</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	100,77x1,0	<b>58,95</b>
- соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,585	100,77x1,0	<b>31,74</b>
- <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі:	<b>0,9</b>	-	-
- кукурудза (65% – див.табл.2.4)	0,585	100,77x1,0	<b>58,95</b>
- соняшник(35% - див. табл.. 2.4)	0,585	100,77x1,0	<b>31,74</b>
<b>Зберігання зерна (Є<sub>сл</sub> x 330 діб):</b>	<b>9,8x330=3234</b>	-	-
в тому числі:			
- власного (50 %)	1617	2,41	<b>3896,97</b>
- поклажодавця (50 %)	1617	2,41	<b>3896,97</b>
<b>Очищення зерна:</b>	<b>9,8</b>	-	-
- власного (50 %)	4,9	18,14	<b>88,89</b>
- поклажодавця (50 %)	4,9	18,14	<b>88,89</b>
<b>Сушіння зерна ранніх культур :</b>	<b>8,0x0,3 =2,4</b>	-	-
$A_{\text{пр}}^{\text{a}}$ (ранніх) X (a <sub>1</sub> + a <sub>2</sub> + a <sub>3</sub> + a <sub>4</sub> )			
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b>	<b>1,2</b>	-	-
$A_{\text{пр}}^{\text{a}}$ (ранніх) X a <sub>1</sub>			
- власного	0,6	20,15	<b>12,09</b>

## Закінчення табл.9.5

Види работ 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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2 x 3</b>
- поклажодавця	0,6	20,15	<b>12,09</b>
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{ранніх}) \times \alpha_2$	<b>1,2</b>		
- власного	0,6	20,15	<b>12,09</b>
- поклажодавця	0,6	20,15	<b>12,09</b>
<b>Сушіння зерна пізніх культур (всього):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	<b>1,8x0,35=0,63</b>	-	-
<b>у тому числі:</b>			
<b>від вологості 17 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_1$	<b>0,315</b>	-	-
- власного	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
- поклажодавця	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
<b>від вологості 22 % до 14 % (50 %):</b> $A^a_{\text{пр}}(\text{пізніх}) \times \alpha_2$	<b>0,315</b>	-	-
- власного	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
- поклажодавця	0,1575	20,15	<b>3,17</b>
<b>Лабораторний аналіз зерна, всього</b>	0,1078	-	-
<b>у тому числі:</b>			
- власного	0,539	583,45	314,48
- поклажодавця	0,539	583,45	314,48
<b>Оформлення складського свідоцтва, всього</b>	0,66	-	-
<b>у тому числі:</b>			
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	53,21	17,56

<b>Всього, в тому числі:</b>	-	-	<b>10354,4</b>
<b>- власного</b>			<b>5177,23</b>
<b>- покладавця</b>	-	-	<b>5177,23</b>

#### 9.4 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_P$ ) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$\Pi_P = \Sigma O_{\text{РП}} - \Sigma C_P^P, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 9.3);

$\Sigma C_P^P$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг ( $\Pi_P$ ) покладавцям на заготівельному елеваторі буде дорівнювати:

$$\Pi_P = 12056,94 - 10354,46 = 1702,48 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ( $\Pi_P^B$ ) заготівельного елеватора дорівнюватиме:

$$\Pi_P^B = \Sigma(O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску}_i} \times \text{Ц}_i) - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де  $O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску}_i}$  – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна і-тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. т.

$\text{Ц}_i$  – ціна 1 тонни зерна і-тої культури, грн/тонну.

$\Sigma C_P^B$  – 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:

$$\Sigma C_P^B = 9,8 \times 9000 / 1,3 = 67846,15 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$\Pi_P^B = \Sigma O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску}_i} \times \text{Ц}_{\text{ср}} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де  $\Sigma O_{\text{РП}}^{\text{H}}_{\text{відпуску}_i}$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.т.

$C_{cp}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Хмельницької області середня ціна купівлі складає 9000 грн. за 1 тонну зерна у листопаді 2020 р.

$$P_p^B = 9,8 \times 9000 - 67846,15 = 20353,85 \text{ тис. грн.}$$

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:

$$\Pi = 1702,48 + 20353,85 = 22056,33 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн.}, \quad (9.16)$$

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:

$$\text{ЧП} = 22056,33 - 0,18 \times 22056,33 = 18116,22 \text{ тис. грн.}$$

## 9.5 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta OK, \text{ тис. грн.}, \quad (9.17)$$

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;

$V_H$  – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_3$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

Д – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

Л – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔОК – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = ПЗ \times I_{\text{пит}}, \text{ грн.}, \quad (9.18)$$

де 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 заготівельного елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ( $I_{\text{пит}}$ ) прийmemo на рівні 90 дол. США (3870,0 грн) на тонну місткості міні-елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 02.03.2026 р. 43,0 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 9,8 \times 2344 = 37926 \text{ тис. грн}$$

## 9.6 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво елеватора знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

$$R = (18116,22 : 37926) \times 100 = 47,7 \%$$

## 9.7 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (9.20)$$

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.

$$T = 37926 / 18116,22 = 2,09 \text{ роки} \approx 2,5 \text{ роки}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво міні-елеватору дорівнює 2,09 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

### 9.8 Основні техніко-економічні показники проєкту

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.6.

Таблиця 9.6 – Основні техніко-економічні показники міні-елеватора

	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1	Місткість елеватора, тис. тонн	9,8
2	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	12056,94
3	Чисельність працівників, осіб	10
4	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1205,694
5	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	10354,4
6	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн. (п. 2 – п. 5)	1702,54
7	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	20353,85
8	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	18116,22
9	Інвестиції, тис. грн	37926
10	Строк окупності інвестицій, роки	2,5
11	Рентабельність інвестицій, %	47,7

### Висновки

Виявлений в Хмельницькій області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 534 тис. т робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 9,8 тис. т.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 37926 тис. грн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 12056,94 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 10354,4 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 4 особи, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1205,694 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 1702,54 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 20353,85 тис. грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 18116,22 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для розширення місткості перевантажувального комплексу інвестиції в розмірі 37926 тис. грн протягом 2,5 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 47,7 %.

При будівництві нового міні-елеватора створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження проекту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового заготівельного елеватора на 9,8 тис.т в Хмельницькій області.

## Список літератури

1. Скільки коштує тонна зберігання зернових в Україні.  
URL:[https://wbm.at.ua/publ/statti\\_drukovani/skilki\\_koshtue\\_tonna\\_zberigannja\\_zernovikh\\_v\\_ukrajini\\_na\\_prikladi\\_kukurudzi/2-1-0-44](https://wbm.at.ua/publ/statti_drukovani/skilki_koshtue_tonna_zberigannja_zernovikh_v_ukrajini_na_prikladi_kukurudzi/2-1-0-44)(дата звернення: 03.04.2023).
2. В Україні дефіцит елеваторів – кількість сховищ росте, але повільно.  
URL:[http://agroconf.org/content/v-ukrayini-deficit-elevatoriv-kilkist-shovishch-roste-ale-povilno](http://agroconf.org/content/v-ukrayini-deficit-elevatoriv-kilkist-shovishch-roste)(дата звернення: 03.04.2023).
3. Детальніше про елеватори - Компанія Арсенал.  
URL:<https://mysilo.com.ua/pro-kompaniyu/pytannia-ta-vidpovidi.html>(дата звернення: 04.04.2023).
4. Міні-елеватор – майбутнє прогресивного фермерства.  
URL:<https://gmt.net.ua/novini/fermerskiy-mini-elevator-2/>(дата звернення: 05.04.2023).
5. Дефіцит елеваторних потужностей в країні сягає 20 млн тонн.  
URL:<http://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/15976-defitsyt-elevatorykh-potuzhnostei-v-kraini-siahaie-20-mln-tonn-ekspert.html>(дата звернення: 20.03.2022).
6. Ахіллесова п'ята зерновиків. URL:<https://uga.ua/meanings/ahillesova-p-yata-zernovikiv/>(дата звернення: 21.03.2022).
7. Сучасні зерносховища для українських господарств. URL:  
<https://propozitsiya.com/ua/suchasni-zernoshovishcha-dlya-ukrayinskyh-gospodarstv>(дата звернення: 22.03.2022).
8. 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/ Укл. Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 30 с.

9. Станкевич Г.Н. Динаміка і періоди надходження зерна автомобільним транспортом на підприємства південних та центральних регіонів України/ Г.Н.Станкевич, Т.В.Страхова, Л.Ф. Будюк // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 40 – Т.1. – С. 92-95

10. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2024 році [Електронний ресурс] /дані Державної служби статистики України // <URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>>.

11. Державної служби статистики України. Головне управління статистики. Інтернет ресурс. Доступ: <URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/>>. <http://www.km.ukrstat.gov.ua>

12. Опря А.Т. Статистичні методи аналізу урожаю й урожайності: особливості комплексного використання при концептуальному визначенні урожайності як економічної категорій. Інтернет ресурс. Доступ: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/01/181.pdf>

13. Як розрахувати врожайність. Інтернет ресурс. Доступ: <https://blog.agrokebety.com/yak-rozrakhuvaty-vrozhaynist>

14. Дослідження ринків [Електронний ресурс] / <[pro-consulting.ua](http://pro-consulting.ua)>

15. Методичні вказівки до виконання розділу «Технологічна частина» кваліфікаційної роботи для здобувачів СВО «Бакалавр» спеціальності G13 «Харчові технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл. Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, А.К. Кац, Л.Д. Дмитренко. — Одеса: ОНТУ, 2025. — 50 с.

16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з освітнього компонента «Проектування підприємств галузі з КП» для здобувачів СВО «Бакалавр» зі спеціальності G13 «Харчові технології» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання / Укл.: Л.Д.Дмитренко, Т.В.Страхова, А.К.Кац, Г.М.Станкевич. Під. ред. Станкевича Г.М. – Одеса: ОНТУ, 2025 – 63 с.

17. Використання зернових відходів і побічних продуктів обробки зерна.  
URL: <https://obrii.com.ua/main/18502-vikoristannya-zernovih-vidhodiv-i-pobichnih-produktiv-obrobki-zerna.html> (дата звернення: 16.04.2023).

18. Класифікація та контроль відходів.  
URL: <https://studfile.net/preview/9095284/page/7/> (дата звернення: 16.04.2023).

19. Яковенко А.І., Борта А.В. Технологія зберігання та сушіння зерна: кількісно-якісний облік зерна: навч. посіб. / А.І. Яковенко, А.В. Борта; Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса, 2016. – 174 с.

20. Про міжнародні стандарти та системи екологічного менеджменту.  
URL: <https://ukraine-oss.com/pro-mizhnarodni-standarty-ta-systemy-ekologichnogo-menedzhmentu/> (дата звернення: 17.04.2023).

21. Екологічний менеджмент на підприємствах України: реалії та перспективи (дата звернення: 17.04.2023). URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/11451/1/%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84.pdf> (дата звернення: 17.04.2023).

22. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища [Текст]: навч. посіб. / Г. М. Станкевич, А. К. Кац, Т. В. Страхова та ін.; за ред. Г. М. Станкевича. — Одеса: КП ОМД, 2022. — 154 с.: табл., рис. — Присвячується 120-р. ОНТУ. — Бібліогр.: с. 151.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONANT.2030020>

23. Конспект лекцій з курсу «Автоматизація виробничих процесів» для бакалаврів спеціальності 181, галузь знань – 18, всіх форм навчання/ Укладач Ю. М. Скаковський. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 210 с.

24. Мониторинг температуры показывает все возможные угрозы // EltrumSystems: [Веб-сайт]. URL: <https://eltrum.com/ru/mobilnyj-monitoring-temperatiry-zerna> (дата звернення: 28.03.2026).

25. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для технологічних спеціальностей / Укладачі П.М. Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 15с.

26. Тарифи на електроенергію: чи зміняться вони у 2023 році. URL: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/tarifi-na-elektroenerhiju-chi-zminjatsja-voni-u-2023-rotsi.html> (дата звернення: 04.05.2023).

27. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник.– Львів: "Новий світ-2000", 2007. – 500 с.

28. 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. – 2014р. – с. 130

29. Гапонюк О.І. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101 ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Уляницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

30. [https://xn--80aqy.com.ua/katalog\\_elektrovdigatele\\_i\\_air/](https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatele_i_air/)

31. [https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184\\_nts\\_ua.pdf](https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184_nts_ua.pdf)

32. <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok>

33. <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>

34. <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-bsh-150>

35. ДБН Б.2.4.-3-95 «Планування і забудова сільських поселень. Генеральні плани сільськогосподарських підприємств»

36. Сучасний стан та шляхи підвищення ефективності логістики зернових перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://urm.media/suchasnijstan-ta-shlyahi-pidvishhennya-efektivnosti-logistikizernovih-perevezen//> (дата звернення 25.10.2021).

37. 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

38. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк Т.І. та ін.. Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.

39. НАКАЗ «Про затвердження Правил охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна» № 1504 від 20.09.2017 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1288-17#Text>

40. Охорона праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://studies.in.ua/ru/bzhd-seminary/1044-ohorona-prac.html>  
[https://studies.in.ua/bjd\\_seminar/1044-ohorona-prac.html](https://studies.in.ua/bjd_seminar/1044-ohorona-prac.html)

41. Березюк О.В., Лемишев М.С. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці" в бакалаврських дипломних роботах студентів за напрямками підготовки, пов'язаними з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням. Одеса. 4 с.

42. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів // Охорона праці і пожежна безпека:

[Веб-сайт]. URL: <https://oppb.com.ua/articles/klasyfikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychuh-faktoriv> (дата звернення: 08.03.2025).

43. Саблук П.Т., Месель-Веселяк В.Я. Економіка аграрного сектора. – К.: ІАЕ УААН, 2011.

44. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств. – Київ: КНЕУ, 2013.  
<https://buklib.net/books/21892/>

45. Пармаклі Д. М., Зеленський В. А., Зеленський А. В. — “Аналіз стану зерновиробництва в Хмельницькій області”

<http://188.190.43.194:7980/jspui/bitstream/123456789/10595/1/%D0%86%D0%A2%D0%A0-2019-117-120.pdf>

46. Григоруk П. М., Федорова Т. Ю. — “Аналіз аграрного сектору Хмельницької області за основними показниками сталого розвитку”

[http://www.agrosvit.info/pdf/3-4\\_2015/8.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/3-4_2015/8.pdf)

47. Стратегія регіонального розвитку Хмельницької області на 2021-2027 роки.

[https://dostup.org.ua/request/151113/response/445941/attach/2/1.pdf?cookie\\_paststhrough=1&utm\\_source=chatgpt.com](https://dostup.org.ua/request/151113/response/445941/attach/2/1.pdf?cookie_paststhrough=1&utm_source=chatgpt.com)

48. Закон України «Про зерно та ринок зерна в Україні».

49. Пасхавер Б.Й., Молдаван Л.В. Аграрний ринок України: теоретичні основи та практика розвитку. – К.: Ін-т економіки та прогнозування НАН України, 2017.

50. Юрчишин В.В. Аграрний сектор економіки України: тенденції та перспективи розвитку. – К.: ННЦ ІАЕ, 2020.

51. Управління агропромислового розвитку Хмельницької ОВА — новини/оперативні релізи (звіти про сівбу озимих, підсумки збиральної кампанії 2023–2024; використано для поточних площ під озимую пшеницею, ріпаком та оперативних даних по кукурудзі). [apr.adm-km.gov.ua+1](http://apr.adm-km.gov.ua+1).  
<https://www.apr.adm-km.gov.ua/news/view/988-eBezrn>

52. Головне управління статистики у Хмельницькій області — розділ «Посівні площі сільськогосподарських культур» (статистичні таблиці 2023–2024; тут доступні таблиці по площах, врожайності, валовому збору; використано для оцінки загальних площ і динаміки). [km.ukrstat.gov.ua](http://km.ukrstat.gov.ua)  
<https://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/sg/ppskkg23.htm>

53. Регіональні оголошення про підсумки збиральної кампанії (оперативні повідомлення, грудень 2023 — підсумки по валовому збору та середній врожайності по зернових у Хмельницькій області). [apr.adm-km.gov.ua+1](http://apr.adm-km.gov.ua+1)  
<https://www.apr.adm-km.gov.ua/news/view/982-eBezrn>

54. Розділ з докладними таблицями по посівним площам озимих культур (розбивка по районах, 2022) — містить табличні дані по кожному району й культурам (зручне джерело для територіального аналізу). [km.ukrstat.gov.ua](http://km.ukrstat.gov.ua)  
[https://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/sg/ppkoz\\_rn22.htm](https://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/sg/ppkoz_rn22.htm)

55. Матеріали щодо насінництва Хмельниччини (підсумки 2024 року) — інформація про площі під сертифікованим насінням, що впливає на якість

майбутніх посівів і врожайність. [consumerhm  
https://consumerhm.gov.ua/4105-nasinnitstvo-khmelnichchini-pidsumki-2024-roku](https://consumerhm.gov.ua/4105-nasinnitstvo-khmelnichchini-pidsumki-2024-roku)

56. Інфографіка «Сільське господарство Хмельницької області» (PDF) — публікація ГУ статистики області з агрегованими інфографіками по структурам виробництва, частках культур у загальному виробництві (корисно для ілюстрації структури галузі та відсотків). [km.ukrstat.gov.ua  
https://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/infografika/2022/sg.pdf](https://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/infografika/2022/sg.pdf)