

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**на тему:**

***«Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис.т  
у Харківській обл.»***

Здобувачки Канджи О.П.  
(прізвище, ініціали)

IV курсу ЗТЗ-416 групи

Керівник: доц. Валевська Л.О.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.  
(посада, прізвище та ініціали)

доц. Гончарук Г.А.  
(посада, прізвище та ініціали)

доц. Штепа Є.П.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 8 червня 2026 р., протокол № 9.

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

Одеса – 2026 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут \_\_\_\_\_ ННІЗПіХБ ім. К.А. Богомаза \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ Технології зерна і комбікормів \_\_\_\_\_  
Ступінь вищої освіти \_\_\_\_\_ Бакалавр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 181 «Харчові технології» \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ «Технології зберігання і переробки зерна» \_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри ТЗіК

\_\_\_\_\_ Алла МАКАРИНСЬКА

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ

Канджи Ольги Петрівни

1. Тема кваліфікаційної роботи: 4.5. «Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т. у Харківській обл.».

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи \_\_\_\_\_ 29.05 2026 р.

3. Вихідні дані роботи Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту – 11400 т, у т.ч. ранніх культур – 9000 т/рік (пшениця – 50 %, ячмінь – 50 %) та пізніх культур – 2400 т/ рік (кукурудза – 100 %). Період заготівель ранніх культур  $P_p=30$  діб, пізніх культур  $P_p=40$  діб. Доли зерна різної вологості, що надходить а/т: ранніх культур –  $\alpha_0=0,5$ ;  $\alpha_1=0,5$ ; пізніх культур –  $\alpha_0=0,5$ ;  $\alpha_1=0,5$ . Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт 11400 т. Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік,  $N=4$ , Тривалість відпускання зерна на а/т: за місяць  $T_{вп м}^a=20$  діб, за добу  $T_{вп д}^a=16$  год. Коефіцієнти нерівномірності відпускання на а/т:  $K_{вп м}^a=1,5$ ,  $K_{вп д}^a=1,3$ ,  $K_{вп г}^a=1,5$ .

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Анотація. Вступ. Стан проблеми і перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Енергозабезпечення та енергозбереження. Аспірація елеватора. Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина. Техніко-економічні показники. Список літератури

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

Всього – 7 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи силосних корпусів і робочої башти (5 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>Валевська Л.О., доц.</i>		
Енергозабезпечення та енергозбереження	<i>Штепа Є.П., доц.</i>		
Аспірація елеватора	<i>Гончарук Г.А., доц.</i>		
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Басюркіна Н.Й., проф.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_ (підпис) *Валевська Л.О.* (прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ (підпис) *Канджа О.П.* (прізвище, ініціали)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>23.03-26.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>27.03-30.03</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>31.03-06.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>07.04-23.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>24.04-26.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>27.04-28.04</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>29.04-01.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>02.05-06.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>07.05-09.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>10.05-12.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>13.05-15.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>16.05-20.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні показники</i>	<i>21.05-24.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>25.05-27.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05-29.05</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>08.06.2026</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18-19.06.2026</i>	

Здобувачка \_\_\_\_\_ (підпис) *Канджа О.П.* (прізвище, ім'я, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ (підпис) *Валевська Л.О.* (прізвище, ім'я, 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.

Здобувачка \_\_\_\_\_ (підпис) *Канджа О.П.* (прізвище, ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на тему: «Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т. у Харківській обл.». Кваліфікаційна робота представлена розрахунково-пояснювальною запискою на 175 сторінках, 22 таблиць, 60 джерел посилання, 22 рисунків та графічної частини формату А1 – 7 аркушів.

Кваліфікаційною роботою бакалавра передбачається нове будівництво елеватора, до складу елеватору входять – робоча башта, силоси металеві, приймально-відпускні пристрої, зерносушильне господарство, супутні будівлі та споруди (майстерні, побутові комплекси, лабораторія, вагова), підключення підприємства до основних комунікацій, які проведено біля території підприємства.

До складу кваліфікаційної роботи входять наступні графічні листи: плани та розрізи робочої башти, робоча схема руху зерна і відходів та генеральний план підприємства. Річний об'єм надходження зерна з автотранспорту становить – 11400 т, у тому числі по культурам: ранніх культур – 9000 т ( $\alpha_1$  – пшениця 2500 т;  $\alpha_2$  – ячмінь 2500 т), пізніх культур – 2400 т ( $\alpha_1$  – кукурудза 2400 т). Річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт – ранніх і пізніх культур – 11400 т. Період заготівель ранніх культур – 30 діб, пізніх – 40 діб. Під час розроблення кваліфікаційної роботи враховано вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці, технологічні вимоги, норми генпроєктування та запровадження новітніх технологій в галузі зберігання зерна. Представлені наукові дослідження у розділі науково-дослідної частини роботи. Будівництво міні-елеватору місткістю 11,4 тис. т. економічно доцільно та ефективно. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12757,53 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 39480,48 тис. грн протягом 3,1 роки з рентабельністю 32,3%.

Перелік ключових слів: міні-елеватор, технологічне та транспортне обладнання, ранні та пізні культури, період заготівель, приймально-відпускні пристрої.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 СТАН, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	11
1.1 Літературний і патентний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.....	11
1.2 Характеристика об'єкту .....	23
1.3 Мета і завдання кваліфікаційної роботи.....	23
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	24
2.1 Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства.....	25
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	31
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання .....	31
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт.....	31
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	32
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу.....	36
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання.....	38
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв елеватора.....	42
3.2 Обробка і зберігання відходів.....	44
3.3 Проектування зерносховищ.....	47
3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані.....	49
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти силосних корпусів і розрізів між ними.....	52
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів.....	56
3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз.....	56
3.8 Система управління роботою елеватора.....	60
3.8.1 Мета і призначення системи управління елеватором.....	60

3.8.2 Поетапність управління елеватором.....	61
3.8.3 Дистанційне вимірювання температури зерна в металевих силосах.	62
3.8.4 Приймання зерна з автотранспорту.....	65
<b>РОЗДІЛ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....</b>	<b>67</b>
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.....	68
4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії.....	68
4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	68
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності.....	69
4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів....	72
4.6 Вибір перерізу жил і марки кабелю.....	73
4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість.....	75
4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві.....	75
<b>РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА.....</b>	<b>78</b>
5.1 Мета і задачі аспіраційних установок елеватора.....	78
5.2 Основні принципи компонування аспіраційних установок.....	80
5.3 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів.....	81
5.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж .....	82
5.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра циклона.....	85
5.6 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.....	86
5.7 Принцип роботи високоефективних локальних фільтрів.....	87
5.8 Режим очищення.....	87
5.9 Аспірація мережі до якої входять конвеєри № 1 і № 2 продуктивністю 100 т/год.....	90
5.10 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації норії НЦ-1 №1 та	

конвеєра 5 продуктивністю 100 т/год.....	92
5.11 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації сепаратора А1-БСХ-100.....	93
РОЗДІЛ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД .....	97
6.1 Опис генплану.....	97
6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору.....	100
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	104
7.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів...	104
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих (НШВФ).....	105
РОЗДІЛ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	112
8.1 Стан питання.....	112
8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень.....	114
8.3 Результати досліджень.....	114
8.3.1 Географічне розташування Харківської області.....	114
8.3.2 Кліматичні умови та ґрунти Харківської області.....	120
8.3.3 Чисельність населення Харківської області.....	120
8.3.4 Характеристика економіки, сільського господарства та промисловості Харківської області.....	122
8.3.5 Характеристика зернового сектору АПК Харківської області.....	123
8.3.6 Характеристика підприємств елеваторної галузі, які знаходяться у Харківській області.....	129
Висновки до розділу 8.....	134
РОЗДІЛ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	136
9.1 Розрахунок чисельності працюючих.....	136
9.2 Розрахунок виробничої програми.....	137
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства.....	138
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік.....	141
9.5 Розрахунок прибутку.....	143
9.6 Розрахунок інвестицій.....	145

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій.....	146
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій.....	146
9.9 Основні техніко-економічні показники проекту.....	147
Висновки до розділу.....	147
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	149
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	152
ДОДАТКИ.....	158

## ВСТУП

Україна є однією з найбільших виробників зерна в Європі, збираючи щорічно 35-40 млн. тонн. Крім того, за останні десять років країна перетворилась в найбільшого експортера зерна в регіоні.

Зернове господарство відіграє важливу роль в аграрному секторі України, забезпечуючи стабільне постачання населення хлібом і хлібобулочними виробами, а також сировиною для промислової переробки. Виробництво, переробка і експорт зерна в Україні дають суттєві грошові надходження до бюджету і є важливими секторами працевлаштування населення країни. Крім того, зернова галузь країни має суттєвий потенціал розвитку, пов'язаний передусім з наявністю багатих земельних ресурсів і достатньою кількістю кваліфікованої робочої сили. На сьогоднішній день потенціал зернової галузі України оцінюється в 80-100 млн. тонн щорічного виробництва зерна і олійних культур. Цей фундаментальний фактор привертає до себе увагу великої кількості професіоналів як всередині країни, так і за кордоном і потребує подальшого поглибленого вивчення [1].

За роки незалежності в зерновому секторі України пройшли серйозні зрушення та зміни. Перш за все, в результаті проведення земельної реформи в країні була введена приватна власність на сільськогосподарські землі, – в теперішній час, зернове господарство в країні ведеться переважно на землях, які належать приватним громадянам і окремим приватним підприємствам [2]. По-друге, значно скоротилась роль держави в організації виробництва, зберіганні, переробці та реалізації зерна, – приватний капітал відіграє все більшу роль у зерновому секторі економіки України як на національному, так і регіональному рівнях. По-третє, в результаті масштабної приватизації в 1990-ті роки значна частка інфраструктури зернового ринку (елеватори і зерносклади, сушарки, зернопереробні підприємства і комбикормові заводи, транспортні засоби і т.д.) перейшла в приватну власність, – держава продовжує володіти й управляти незначними активами в цій сфері через стовідсоткові державні підприємства ДАК «Хліб України», яким продовжують належати біля 90 елеваторів і зерноскладів, а

також залишаються у власності держави біля 15 елеваторів системи Держрезерву України [3].

По-четверте, при активній участі приватного капіталу в країні пройшов суттєвий розвиток експортної інфраструктури галузі, що дозволяє Україні зберігати стабільні позиції на світовому ринку зерна, – за останні десять років Україна вивозила в середньому біля 10 млн. тонн зерна щорічно (переважно пшеницю, ячмінь і кукурудзу). По-п'яте, Україна проводить активну політику, направлену на європейську інтеграцію і вступ країни у Всесвітню Торгівельну Організацію (ВТО), що тягне за собою приведення у відповідність різних нормативних і регулюючих актів України до вимог цієї організації, особливо у сфері оцінки і контролю якості сільськогосподарської продукції [4]. Зрештою, нині суттєво змінюється психологія учасників зернового сектору країни, – через скорочення державної участі в зерновій галузі практично всім учасникам ринку (виробникам, трейдерам, переробникам) доводиться постійно стикатись в своїй господарській діяльності з новими категоріями ризиків, - перш за все, викликаними значними коливаннями цін, як на засоби виробництва (сільськогосподарська техніка, насіння, хімікати і т.д.), так і на зерно. Все це призводить до активного пошуку нових підходів до управління економічними ризиками на ринку зерна України, до їх мінімізації, до прагнення знижувати втрати виробництва і торгівлі, а також підвищувати ефективність роботи окремих елементів зернового комплексу країни [5].

Дослідження даної теми кваліфікаційної роботи є стратегічно важливим, оскільки власна інфраструктура для зберігання зерна трансформує підхід до управління врожаєм. Завдяки автоматизації всіх етапів — від очищення до логістики — фермер позбувається залежності від сторонніх елеваторів, суттєво заощаджує на операційних витратах і отримує можливість реалізовувати продукцію за більш вигідною ціною.

# РОЗДІЛ 1

## СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

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

Основною складовою сільськогосподарського виробництва в Україні традиційно виступає зерновий сектор, адже від реалізації зернових культур сільськогосподарські товаровиробники одержують майже третину грошових надходжень. Зернове господарство України є стратегічною і найефективнішою галуззю національного господарства. Зерно і вироблені з нього продукти завжди ліквідні, оскільки становлять основу продовольчої безпеки держави. Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту [6-8].

Аналіз світового ринку зерна та тенденцій розвитку вітчизняної зернової галузі дає підстави стверджувати, що Україна поступово зміцнює свої позиції на ньому, а зерно є одним з основних вітчизняних експортних товарів. Проте аналіз розподілу ринкових часток серед компаній-експортерів, які переважно є афілійованими компаніями більш потужних іноземних збутовиків, свідчить про високу ступінь монополізації як вітчизняного, так і зарубіжного ринку. Для зміцнення позицій українського зерна на світовому ринку слід посилити інтеграційні процеси і з іншими країнами. Необхідно відзначити, що однією із перешкод нарощення експортного потенціалу зернових культур в Україні є відсутність ефективною збутової інфраструктури [9]. Більше 90% насипних сільськогосподарських вантажів експортується через портові термінали, що вимагає злагодженості та високої ефективності роботи лінійних елеваторів, транспорту і безпосередньо терміналів.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.			Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
					ОНТУ, Гр. ЗТЗ-41 б			

Також не менш важливим є відповідність інтенсивності приросту пропускної здатності інфраструктури інтенсивності збільшення обсягів експорту. Нині дефіцит потужностей по зберіганню становить близько 16-20%. Він призводить до суттєвих коливань на зовнішньому ринку, коли до 50% річного обсягу експорту зерна вивозиться за перші три-чотири місяці нового сезону.

Зерновиробництво є стратегічно важливою галуззю економіки України, що забезпечує значну частку внутрішнього продовольчого споживання та експорту. Україна, як один з найбільших виробників зерна у світі, займає провідні позиції в експорті пшениці, ячменю та кукурудзи, що підкреслює її важливість у глобальній продовольчій системі. Зернові культури не лише забезпечують продовольчу безпеку країни, але й є основним джерелом валютних надходжень, що сприяє економічному розвитку. Проте для збереження і посилення цієї позиції Україні необхідно адаптуватися до сучасних викликів, зокрема підвищити ефективність виробництва, забезпечити сталий розвиток галузі та вдосконалити логістичні процеси. Актуальність теми зумовлена зростанням попиту на зернові культури на світовому ринку, посиленням конкурентного середовища та необхідністю модернізації виробничих і логістичних потужностей. Ефективне інвестування у сферу зерновиробництва стає вирішальним фактором для підвищення врожайності, зменшення витрат на виробництво, мінімізації втрат під час транспортування та зберігання продукції. Інвестиції в модернізацію технологій, розвиток інфраструктури та впровадження інноваційних рішень є критично важливими для забезпечення конкурентоспроможності українського зерна на міжнародних ринках. Крім того, виклики, пов'язані з кліматичними змінами, вимагають впровадження новітніх технологій, які б забезпечили адаптацію аграрного сектору до нових умов. Сучасні тенденції інвестування свідчать про посилення ролі цифрових технологій, автоматизації виробничих процесів та розвитку інноваційних логістичних рішень. Ці технології дозволяють підвищити

ефективність управління ланцюгами постачання, зменшити витрати та покращити якість продукції.

В умовах глобалізації та зростаючої конкуренції на світових ринках, інвестиції в логістику стають важливими для забезпечення своєчасного виходу продукції на ринок. У таких умовах аналіз обсягів і структури інвестицій у зерновиробництво та його логістику є необхідним для розуміння поточного стану галузі та визначення перспектив її подальшого розвитку. Це дозволяє виявити ключові фактори, що впливають на інвестиційну активність, а також розробити рекомендації для покращення інвестиційного клімату в аграрному секторі України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що проблематика інвестування у зерновиробництво України та розвиток логістичної інфраструктури є ключовою для забезпечення економічної стабільності та продовольчої безпеки країни. Зокрема, науковці наголошують на важливості модернізації виробництва та інфраструктури, акцентуючи увагу на впровадженні інноваційних технологій у процесах виробництва та транспортування зернових, що дозволяє знизити витрати та підвищити ефективність використання ресурсів. Наприклад, у роботах Ю. І. Гайда та Б. Л. Шайнюк (2023) досліджується роль інвестицій у будівництво сучасних елеваторів, вдосконалення транспортної інфраструктури та впровадження цифрових рішень для оптимізації логістичних ланцюгів, що сприяє зменшенню втрат продукції та зростанню експортного потенціалу. Державна підтримка також є вагомим фактором підвищення інвестиційної привабливості галузі. Як зазначає В. Лисенко (2017), створення сприятливих умов для інвесторів через субсидіювання, податкові пільги та розвиток публічно-приватного партнерства є необхідними для залучення капіталу. Доповнюючи ці висновки, І. Процик та А. Т. Безе (2022) підкреслюють, що інтеграція України до міжнародних логістичних ланцюгів вимагає модернізації портової інфраструктури, зокрема будівництва сучасних терміналів для зберігання та перевалки зерна, що забезпечить підвищення конкурентоспроможності української продукції на

світовому ринку. Міжнародний досвід впровадження інновацій демонструє успішні приклади, які можуть бути корисними для України.

У країнах ЄС, таких як Німеччина та Франція, активно застосовуються технології точного землеробства, автоматизації зрошення та моніторингу посівів за допомогою дронів, що значно підвищує ефективність виробництва та знижує екологічний вплив. США використовують блокчейн для прозорості логістичних ланцюгів, а Канада успішно реалізує технології no-till, спрямовані на збереження родючості ґрунтів. Австралія адаптується до змін клімату шляхом вирощування посухостійких сортів зернових. Ці інновації можуть стати орієнтиром для впровадження сталих практик в Україні [10-12]. Попри це, залишаються ключові перешкоди для залучення інвестицій, серед яких висока вартість кредитів, недостатній рівень розвитку транспортної інфраструктури та низька інституційна підтримка інвестиційних проектів. Подолання цих бар'єрів через зменшення регуляторних обмежень і розвиток фінансових механізмів підтримки малого та середнього бізнесу може сприяти активізації інвестиційної діяльності. Проте питання системного аналізу структури інвестицій у зерновиробництво України, їх ефективності та впливу на конкурентоспроможність галузі залишається актуальним і потребує подальшого дослідження.

Аналіз обсягів та структури інвестицій у сферу українського зерновиробництва та його логістику є важливим інструментом для оцінки ефективності аграрного сектору України. Зерновиробництво займає провідне місце у забезпеченні продовольчої безпеки країни та формуванні її експортного потенціалу [13–14]. Однак, щоб зберегти конкурентоспроможність і підвищувати продуктивність галузі, потрібні значні інвестиції. Розглядаючи дані щодо площі посівів і урожайності зернових культур в Україні за період 2015–2023 років, можна простежити певні тенденції та коливання, які відображають вплив різних факторів на аграрний сектор. У 2015 році площа посівів становила 14,739 тис. га, а урожайність – 41,1 ц/га. У 2016–2017 роках спостерігалось незначне скорочення посівних площ, однак із 2018 року

почалося зростання, яке досягло піку у 2019 році з показником 15,318 тис. га. Це свідчить про підвищення інтересу до вирощування зернових культур і поступовий роз виток аграрної інфраструктури. Динаміка урожайності демонструє певну варіативність.

Найвищий показник урожайності зафіксовано у 2019 році – 49,1 ц/га, що може бути результатом ефективного впровадження агротехнологій, сприятливих погодних умов або вдосконалення технологій вирощування. Однак у 2020 році урожайність знизилася до 42,9 ц/га, а в 2021 році – до 39,7 ц/га, що, ймовірно, зумовлено несприятливими погодними умовами, зниженням рівня інвестицій або погіршенням стану ґрунтів. У 2022 році площа посівів зросла до 12,171,1 тис. га, а урожайність піднялася до 45,8 ц/га, що може свідчити про поступове відновлення галузі. У 2023 році площа залишалася стабільною (12,357,2 тис. га), а урожайність досягла 46,2 ц/га, що демонструє стабільність у виробництві (рис. 1.1).

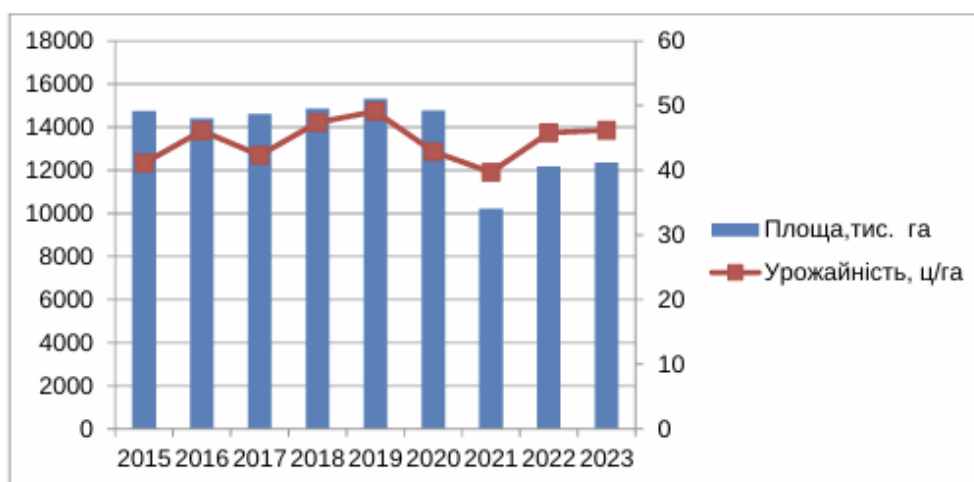


Рис. 1.1 – Динаміка посівних площ та урожайності зернових і зернобобових культур в Україні 2015–2023 рр.

Загалом, отримані дані вказують на необхідність регулярного моніторингу факторів, які впливають на площу та урожайність зернових культур, зокрема кліматичних змін, економічної ситуації, доступу до новітніх технологій і ресурсів. Комплексний підхід до управління цими аспектами сприятиме підвищенню продуктивності та стабільності аграрного сектору України.

Аналіз інвестицій в аграрний сектор та експортну діяльність в Україні за період 2018–2023 років свідчить про стабільне зростання обсягів інвестицій у цю сферу, що підтверджує підвищену зацікавленість інвесторів та позитивну динаміку розвитку аграрної галузі країни.

Загальний обсяг інвестицій збільшився з 5,200 млн грн у 2018 році до 9,000 млн грн у 2023 році, вкладення в обладнання також зросли, досягнувши 4,500 млн грн у 2023 році, що підкреслює модернізацію виробничих процесів. Аналогічно, інвестиції в інфраструктуру зросли більш ніж удвічі, що вказує на розвиток логістичних потужностей для обслуговування зростаючих обсягів виробництва та експорту. Фінансування наукових досліджень в Україні зросло з 700 млн грн у 2018 році до 1,4 млрд грн у 2023 році, що свідчить про підвищення пріоритетності інновацій для зростання продуктивності. Інвестиції в агротехнології також демонструють значний ріст – з 300 млн грн у 2018 році до 1,2 млрд грн у 2023 році, підтверджуючи активне впровадження сучасних технологій. Крім того, фінансування соціальних програм утричі збільшилося, досягнувши 600 млн грн у 2023 році, що підкреслює соціальну відповідальність бізнесу. Інвестиції в логістику подвоїлися, досягнувши 1,8 млрд грн у 2023 році, забезпечуючи підвищення ефективності логістичних процесів. Кількість агрокомпаній, які залучають інвестиції, також стабільно зростала – з 1,500 у 2018 році до 2,200 у 2023 році, що свідчить про зростаючу привабливість аграрного сектору для інвесторів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Аналіз інвестицій в аграрному секторі та експортної діяльності в Україні (2018–2023 рр.)

Показник	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Примітки
Загальний обсяг інвестицій (млн грн)	5,200	6,300	5,800	7,100	8,200	9,000	Зростання обсягів інвестицій в аграрному секторі
Інвестиції в обладнання (млн грн)	2,500	3,000	2,800	3,200	4,000	4,500	Модернізація та автоматизація виробництва
Інвестиції в інфраструктуру (млн грн)	1,000	1,200	1,000	1,300	1,600	2,200	Розвиток логістичних потужностей
Інвестиції в наукові дослідження (млн грн)	700	800	600	900	1,100	1,400	Підвищення продуктивності та стійкості
Інвестиції в агрономічні технології (млн грн)	300	400	500	700	900	1,200	Впровадження нових технологій
Інвестиції в соціальні програми (млн грн)	200	250	300	400	500	600	Соціальна відповідальність бізнесу
Обсяг експорту (млн доларів США)	3,500	4,200	4,500	5,000	6,000	7,500	Зростання експорту зернових культур
Обсяг внутрішнього споживання (млн грн)	2,000	2,400	2,300	2,600	3,000	3,500	Зростання попиту на зернові культури в Україні
Доля експорту в загальному виробництві (%)	67%	67%	62%	64%	73%	83%	Висока залежність від зовнішніх ринків
Інвестиції в логістику (млн грн)	800	1,000	900	1,100	1,300	1,800	Підвищення ефективності логістичних процесів
Кількість агрокомпаній, що отримали інвестиції	1500	1700	1600	1800	2000	2200	Зростання кількості компаній, що залучають інвестиції

Аналіз обсягу та структури інвестицій у логістику зерновиробництва в Україні за період з 2015 по 2023 рік показує позитивну тенденцію до зростання інвестицій, що відображає зростаючу важливість логістичних аспектів для ефективності аграрного сектору. У 2015 році обсяг інвестицій становив приблизно 1 мільярд гривень, і щороку він зростає, досягнувши 5 мільярдів гривень у 2023 році. Це свідчить про збільшення зацікавленості інвесторів та їхню більшу впевненість у розвитку логістичної інфраструктури України (рис. 1.2).

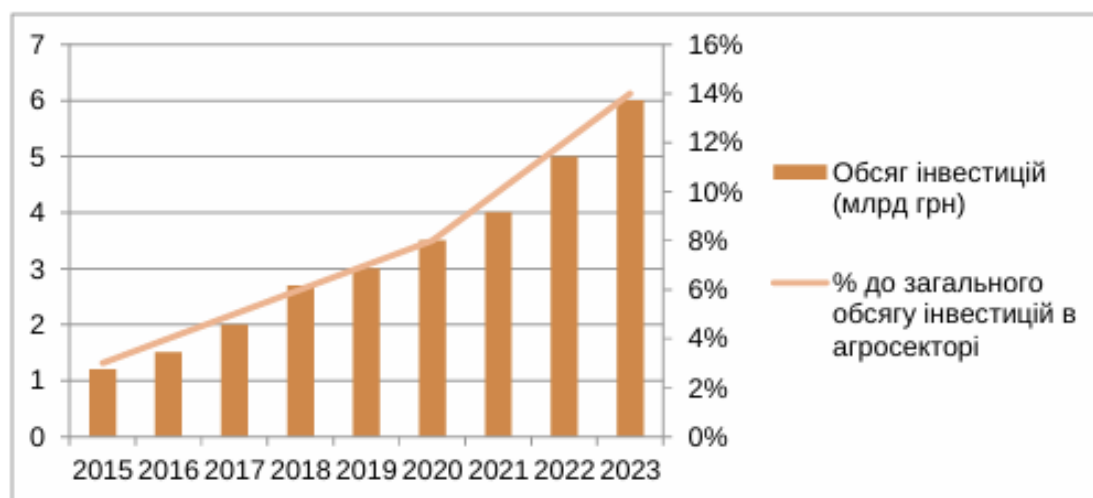


Рис. 1.2 – Обсяг інвестицій у сферу логістики зерновиробництва в Україні за період 2015–2023 рр.

Зміни у глобальному попиті на зернові куль тури також стимулюють активізацію інвестицій у логістику, оскільки Україні необхідно вдосконалювати інфраструктуру для задоволення вимог зовнішніх ринків. Це передбачає впровадження новітніх технологій у зберігання та транспортування зерна, що дозволяє покращити якість продукції та знизити витрати на логістичні операції [15]. Таким чином, аналіз інвестицій у логістику зерновиробництва в Україні підтверджує, що ця сфера є ключовим елементом для сталого розвитку аграрного сектору, підвищення його конкурентоспроможності та ефективності в умовах глобальних економічних викликів. Важливо зазначити, що у 2021–2023 роках спостерігалось зростання інтересу іноземних інвесторів до українського агросектору, що частково пов'язано з покращенням макроекономічної ситуації та відкриттям нових ринків для експорту. Європейські та азійські країни все більше зацікавлені в українському зерні, що вимагає збільшення інвестицій у розширення експортних можливостей та створення партнерств з міжнародними логістичними операторами (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Зацікавленість іноземних інвесторів до українського агросектору в контексті збільшення експортних можливостей та створення партнерств з міжнародними логістичними операторами у 2021–2023 рр.

Рік	Обсяг інвестицій (млн доларів США)	Країни-інвестори	Основні експортні ринки	Зміни в експорті зерна (%)
2021	3000	ЄС, Китай, Туреччина	Європа, Азія	+15%
2022	4000	США, Німеччина, Польща	Європа, Близький Схід	+20%
2023	5000	Індія, ОАЕ, Канада	Азія, Північна Америка	+25%

Таким чином, інвестиції в аграрний сектор України, зокрема в сферу зерновиробництва та його логістику, відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку галузі та підвищенні її конкурентоспроможності. Зростання обсягів інвестицій у цей сектор, модернізація виробничих потужностей, розвиток інфраструктури, а також інтеграція інноваційних технологій

дозволяють покращити продуктивність та ефективність аграрного виробництва. Особливо важливим є активне залучення іноземних інвесторів, що відкриває нові експортні можливості та сприяє поглибленню міжнародної співпраці. Враховуючи перспективи розвитку українського агросектору, зокрема зерновиробництва, необхідно продовжувати підтримку інвестиційних ініціатив та інфраструктурних проєктів, що забезпечать подальший ріст та стабільність економіки країни [16].

Система зберігання зерна в Україні залишається одним із найбільш динамічних сегментів агропромислової інфраструктури. На сучасному етапі розвиток галузі відбувається через будівництво високотехнологічних об'єктів «з нуля» та глибоку модернізацію застарілих потужностей.

### *1. Ключові вектори розвитку інфраструктури*

Інвестиційні пріоритети розподіляються відповідно до стратегічного значення об'єктів:

- Портові зернові термінали: Основний фокус для забезпечення експортного потенціалу та швидкої перевалки великих обсягів.
- Елеватори агрохолдингів: Розвиток власних потужностей великими компаніями для оптимізації логістики та контролю якості.
- Річкові термінали: Відновлення та розширення перевезень водним транспортом як найбільш економічно вигідного способу доставки зерна до портів.
- Малі та середні господарства: Наразі цей сектор демонструє найповільніші темпи модернізації, проте потребує впровадження мобільних рішень та кооперативних зерносховищ.

### *2. Державна політика підтримки галузі*

З огляду на статус України як одного зі світових лідерів експорту зернових (пшениці, кукурудзи, ячменю), Міністерство аграрної політики та продовольства реалізує підтримку за такими напрямками:

- Фінансування: Збільшення бюджету державних цільових програм та доступне кредитування (зокрема через програму «5-7-9%»).

- Гарантії та форварди: Активізація роботи Аграрного фонду через механізми закупівлі майбутнього врожаю.

- Страхування: Розвиток ринку агостраховання для мінімізації ризиків виробників.

### *3. Стратегічні заходи для стимулювання виробництва та зберігання*

Для забезпечення стабільного зростання галузі необхідно реалізувати наступний комплекс заходів:

- Економічне регулювання: Встановлення паритету цін на сільгосппродукцію та матеріально-технічні ресурси (ПММ, добрива, техніка).

- Технологічне оновлення: Впровадження енергоефективних сушарок (перехід на альтернативні види палива) та систем автоматизованого контролю якості.

- Цифровізація та моніторинг: Створення єдиних систем моніторингу ринку та прогнозування попиту для запобігання ціновим коливанням.

- Логістична оптимізація: Формування розгалуженої мережі «сухих портів» та хабів у географічно віддалених регіонах.

- Зовнішньоекономічна діяльність: Активне просування українського зерна на нові ринки (Азія, Африка) та захист інтересів національних виробників на міжнародній арені.

У сучасних реаліях критично важливим стає також питання автономності енергозабезпечення елеваторів (використання генераторів, сонячних панелей та біогазових установок), що гарантує збереження врожаю навіть за умов нестабільного енергопостачання.

Станом на початок 2025 року Україна демонструє стабільні обсяги відвантажень, попри логістичні виклики. За даними Мінагрополітики та Української зернової асоціації (УЗА), динаміка експорту виглядає наступним чином [17]:

У сезоні 2024/2025 Україна вже відвантажила понад 40,6 млн тонн зернових та зернобобових. Основні культури (пшениця: близько 17-18 млн

тонн, кукурудза: залишається ключовою позицією з обсягами понад 20 млн тонн, ячмінь: експорт становить приблизно 2,3–2,4 млн тонн).

- Лідерами ринку залишаються великі компанії, такі як Kernel, Louis Dreyfus Company та Nibulon.

## 2. Технічні вимоги до елеваторів нового покоління

Сучасне зерноскладище — це складний цифровий об'єкт. Сьогодні до інфраструктури висуваються такі ключові вимоги:

Енергонезалежність та енергоефективність:

Переведення зерносушарок на альтернативне паливо (пелети, щепи, солома) для зниження собівартості обробки тонни зерна.

Впровадження потужних генераторних установок та сонячних станцій для забезпечення безперебійної роботи.

Цифровізація та автоматизація:

Відмова від застарілих систем обліку (як-от «1С») на користь сучасних ERP-систем для контролю бізнес-процесів у реальному часі.

Використання RFID-ідентифікації транспорту для автоматизації вагових та пришвидшення логістики на території об'єкта.

Автоматизоване управління режимами сушіння для запобігання перепалу зерна.

Мобільність та гнучкість (популярність модульних зерноскладищ та полімерних рукавів, що дозволяють малим фермерам швидко нарощувати потужності зберігання без капітального будівництва).

Екологічність та безпека (встановлення сучасних систем аспірації (пилоочищення) та пожежної безпеки згідно з новими нормами).

Протягом 2024 року елеваторні потужності України зросли приблизно на 0,5 млн тонн, що свідчить про продовження інвестицій навіть у надскладних умовах. Проте для оптимального функціонування ринку сумарна потужність елеваторів має у 1,2 рази перевищувати середньорічний врожай.

Відповідно до аналізу ринку після початку повномасштабної війни галузь зіткнулася зі зменшенням обсягів переробки зерна, логістичними труднощами

та зниженням попиту з боку як внутрішнього, так і зовнішнього ринку. Темпи падіння були найбільш відчутними у перші два роки, тоді як у 2024 році ринок вийшов на певну стабілізацію, але без ознак відновлення. Імпорт борошна залишається незначним і не впливає на загальну ємність ринку, тоді як динаміка експорту демонструє різкі коливання. Внутрішнє споживання стабілізувалося після суттєвого скорочення у перші роки війни, що вказує на формування нового рівноважного стану. Загалом ринок характеризується поступовим зменшенням масштабів і переорієнтацією на внутрішні потреби. Загалом, що стосується переробної галузі, її розвиток істотно відстає від виробництва сировини. Україна залишається сильним гравцем у постачанні первинної агропродукції, тоді як частка перероблених товарів є значно нижчою. Винятками можна назвати лише окремі напрями: соняшникову олію, крупи, горох та яблучний концентрат.

Держава намагається стимулювати глибшу переробку, зокрема шляхом ускладнення експорту сировини (сої, ріпаку). Однак така політика має і зворотний ефект — короткострокові втрати для економіки України. Наразі переробна промисловість орієнтована переважно на внутрішній ринок, а скорочення внутрішнього споживання безпосередньо обмежує її обсяги. Крім того, галузь є капіталомісткою, тож нестача інвестицій суттєво стримує її розвиток. Попри це, потенціал для зростання існує: розвиток переробки здатен забезпечити створення доданої вартості всередині країни, підвищити конкурентоспроможність української аграрної продукції на зовнішніх ринках і зміцнити продовольчу безпеку держави та світу у довгостроковій перспективі (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Позиції України по деяким ключовим аграрним категоріям у світовому експорті 2024 р.: первинна продукція рослинництва та переробки

Категорія	Показник	Культура	Продукт переробки
Пшениця / борошно з пшениці	Частка у світовому експорті	15%	0,6%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>3</b>	<b>23</b>
Кукурудза / борошно з кукурудзи	Частка у світовому експорті	15%	0,2%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>4</b>	<b>33</b>
Соя / соєва олія	Частка у світовому експорті	2,0%	3,3%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Ріпак / ріпакова олія	Частка у світовому експорті	16%	3,2%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
Соняшник / соняшникова олія	Частка у світовому експорті	4,1%	52%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
Ячмінь	Частка у світовому експорті	11,0%	н/д
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>3</b>	н/д
Яблуко / яблучний концентрат	Частка у світовому експорті	0,5%	5-10%
	<b>Місце в ТОП-і експортерів</b>	<b>23</b>	<b>3 - 10</b>

## 1.2 Характеристика об'єкту

Кваліфікаційною роботою бакалавра передбачається нове будівництво міні-елеватора у Харківській області місткістю 11,4 тис.т, встановлення робочої башти елеватора, приймально-відпускних пристроїв з автомобільного транспорту та на автомобільний транспорт, зерносушильного господарства та металевих силосів.

Функцією міні-елеватора передбачається приймання зерна з автотранспорту, відпуск зерна на автомобільний транспорт, очищення, сушіння, зберігання зерна.

## 1.3 Мета і завдання кваліфікаційної роботи

Мета нового будівництва – розширення потужностей елеваторної промисловості України. Застосування сучасних конструкцій, вузлів під час будівництва, проектування. Використання новітнього обладнання вітчизняного виробництва, що при експлуатації обслуговуючим персоналом, знижує затратну частину, таким чином покращує техніко-економічні показники елеватору.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

В умовах зростання валових зборів зерна, активізації експортної діяльності сільгоспвиробників, поліпшення позицій на світовому зерновому ринку зрозумілий інтерес сільськогосподарських виробників до нарощування та вдосконалення складської інфраструктури. Серед найважливіших причин, які спонукають аграріїв мати власні потужності зі зберігання зерна, такі: бажання реалізувати врожай у пікові цінові періоди, що передбачає досить тривале зберігання зерна; небажання ставати заручниками монопольних умов окремих діючих елеваторів щодо оцінки якості зерна чи умов його зберігання; високі витрати зберігання. При цьому вкладення у розвиток складської інфраструктури здійснюються за декількома напрямками, охоплюючи як інвестування у будівництво чи придбання комерційних елеваторів (з наступною модернізацією), так і нарощування потужностей зерносклади в умовах сільськогосподарських виробників.

При будівництві нового елеватору створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проект будівництва цього 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 економічної ситуації в регіоні.

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Харківській області місткістю 11,4 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Басюркіна Н.Й.						
<i>Зав. каф.</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-416		

## 2.1 Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у Харківській області, в якому визначають наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів.

Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства.

Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність [18-19].

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2024 рік

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
1	2	3	4
Харківська	674,6	35,4	23889,8

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

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

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

$U_{\text{прогноз}}$  – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, це через 4 роки – у 2027 році), ц/га;

$K_y$  – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою:

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

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 [20]:

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

де  $ПЛ_{\text{прогноз}}$  – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проєкту будівництва нового елеватора, у 2027 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 2027 році), га;

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

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

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

$t$  – 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 Харківській 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 2027 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2027 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2024 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогностні 4 роки (з 2024 до 2027 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто  $t = 4$  роки (1 рік – 2024, 2 рік – 2025, 3 рік – 2026, 4 рік – 2027) [20].

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2027 році, розрахована за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 35,4 \times (1,06)^4 = 44,69 \text{ ц/га,}$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур у Харківській області у 2027 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 674,6 \times (1,05)^4 = 819,98 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур у Харківській області) у 2027 році, який визначаємо за формулою [20]:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (819,98 \times 44,69) / 10 = 3664,49 \text{ тис. тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур у Харківській області у 2027 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ <sub>прогноз</sub> , тис. га	Середня урожайність, U <sub>прогноз</sub> , ц/га	Валовий збір, ВЗ <sub>прогноз</sub> , тис. тонн
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4 = 2x3</b>
Харківська	819,98	44,69	3664,49

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

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

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

C<sub>СГ</sub> – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – у Харківській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

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

Споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Харківської області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 3664,49 = 732,90 \text{ тис. тонн.}$$

Імпорт (ввезення) зернових культур у Харківську область з інших регіонів та із закордону у 2024 р. займав 0,5 % у структурі валового збору зернових у Харківській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 3664,49 = 18,32 \text{ тис. тонн.}$$

Розраховуємо вільний залишок сировини у Харківській області у прогнозованому 2027 р.:

$$MЗ_{\text{прог}} = 3664,49 - 732,90 + 18,32 = 2949,91 \text{ тис. тонн.}$$

Розраховані данні балансу зерна у Харківській області у 2027 році наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ у Харківському регіоні у 2027 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2022 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{CG}$	Ввезення з інших регіонів та із закордону, $I_p$	Залишок сировини в регіоні, $MЗ_{\text{прогноз}}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5 = 2-3+4</b>
Харківська	3664,49	732,9	18,32	2949,91

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

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

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

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

Дані про сумарну місткість існуючих елеваторних потужностей по областям України можна отримати з Інтернету, з сайта <**pro-consulting.ua**> [21]. Так, за даними на початок 2024 року у Харківській області існують зерносховища загальною місткістю 1850,0 тис. тонн, тому визначимо  $\Delta\PiЗ$ :

$$\Delta\PiЗ = 2949,91 - 1850 = 1099,91 \text{ тис. тонн.}$$

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

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

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

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

якщо  $\Delta\PiЗ \geq \PiЗ$ , то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно, а якщо  $\Delta\PiЗ < \PiЗ$ , то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні не доцільно.

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

$$\Delta\PiЗ = 602,05 \text{ тис. тонн.} > 0,$$

$$\Delta\PiЗ \geq \PiЗ, \text{ тобто } 1099,91 > 11,4 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 11,4 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

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

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

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

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

$$B = 1 \times 11,4 = 11,4 \text{ тис. тонн,}$$

Для даного проекту вихідні дані є наступними:

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

Показники		
Місткість елеватора, що проектується, тонн		11400
Область		Харківська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, $K_0$		1,0
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A_{np}^a$ , т/рік		11400
у тому числі:		
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A_{np}^{a(p)}$ , т/рік		9000
Пшениця (% від обсягу ранніх культур)		50
Ячмінь (% від обсягу ранніх культур)		50
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5
Вологе:	(W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,5
Період заготівель ранніх культур, $P_p$ , діб		30
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A_{np}^{a(n)}$ , т/рік		2400
Кукурудзи		100
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:		
Сухе	(W до 15%) $\alpha_0$	0,5
Вологе:	(W понад 15-17 вкл. %) $\alpha_1$	0,5
Період заготівель пізніх культур, $P_p$ , діб		40
Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт, $A_{вп}^a$ , т/рік		11400
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, $N$ , міс.		4
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$ , діб		20
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$ , год.		16
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання на а/т, $K_{вп м}^a$		1,5
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$		1,3
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$		1,5

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Харківської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 11,4 тис. тонн в Харківській області.

## РОЗДІЛ 3

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

Паспортна місткість і об'єми приймання зерна елеватора визначається ситуацією, яка виникає із співвідношення обсягів перехідного залишку зерна на початок заготовок, надходження зерна за період заготовок автомобільним транспортом і відвантаження зерна з підприємства за той же період.

Прийманню підлягають зерно, за якістю відповідає вимогам, встановленим для задачі його державним діючими стандартами, інструкціями та відповідними розпорядженнями. Зерно, що поступає автотранспортом з глибинних пунктів, підлягає прийому з урахуванням якості, вказаної у документах на відвантаження. Зерно в силосах залежно від його якості, стану за засміченості, вологості та цільового призначення розміщують відповідно до розробленому на елеватора планом прийому, обробки і розміщення зерна .

##### 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

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

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

$$A_{нд.}^p = \frac{0,8 \cdot 9000 \cdot 1,7}{30} = 408 m / \text{добу}$$

$$A_{нд.}^n = \frac{0,8 \cdot 2400 \cdot 1,7}{40} = 82 m / \text{добу}$$

де  $P_p$  – період заготівель, діб.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Канджа О.П.			Розробка проекту міні- елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Валевська Л.О.						
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, гр. ЗТЗ-41 б		

$$A_{nc.}^a = \frac{A_{нд.}^a \cdot K_z^a}{T}, m / год. \quad (3.2)$$

$$A_{nc.}^p = \frac{408 \cdot 1,7}{30} = 23m / год.$$

$$A_{nc.}^p = \frac{82 \cdot 1,7}{40} = 4m / год.$$

де  $K_z^n$  – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна з автотранспорту, для ранніх культур -  $K_z^n = 1,7$ ;

Подальші розрахунки будемо проводити лише за об'ємами надходження ранніх культур на елеватор.

### 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

#### 3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

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

Для визначення потрібного обладнання, що застосовується для очищення зерна необхідно знати:

- кількісно–якісну характеристику партій зерна, які надходять в період заготовок;
- кількість та характер домішок в приймаємому зерні;
- повторність проведення операції очищення партій зерна з урахуванням їх засміченості та цільового призначення;
- добовий обсяг очищення зерна на проектованому підприємстві.
- тип зерноочисних машин, їх паспортну та експлуатаційну продуктивність.

Експлуатаційну продуктивність зерноочисних машин, встановлених в технологічній лінії для очищення партій зерна, що розрізняються за найменуванням культури, цільовим призначенням, вологості, засміченості.

Тому, попередньо встановлюється скальператор для вилучення грубих домішок.

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення визнаємо за формулою

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{\Pi_p} \cdot \left( \frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right), m/год, \quad (3.3)$$

де  $\Pi_p$  – період заготівель, діб.

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

$A_1$  – пшениця 4500 т.

$A_2$  – ячмінь 4500 т.

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

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{30} \cdot \left( \frac{4500}{0,75} + \frac{4500}{0,65} \right) = 17,3 m/год.$$

Кількість сепараторів основного очищення  $N_c$  визначаємо за формулою

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q_c}, шт, \quad (3.4)$$

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

$$N_c = \frac{17,3}{100} = 0,2 шт.$$

Приймаємо 1 сепаратор продуктивністю 100 т/год., марки А1-БСХ-100, виробництва «Хорольський машинобудівельний завод».

### 3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

Число зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходять за весь період заготівель. При виборі зерносушарки орієнтуються на прогресивні високоефективні

зерносушарки, а при визначенні їх числа – врахувати необхідність своєчасного сушіння партій різних культур, що надходять одночасно.

Об'єм сушіння зерна для підприємства визначають за формулою

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot A_{nd}^a}{P_p} \cdot (\alpha_1 \cdot K_{\kappa}^3 + \alpha_2 \cdot K_{\kappa}^3), \text{пл.т./доб}; \quad (3.5)$$

$$A_{c.c} = \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 9000}{30} \cdot (0,5 \cdot 1) = 60 \text{пл.т./доб},$$

де  $A_{nd}^a$  – 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.

$$A_c^{3/c} = \frac{A_{c.c}}{20,5 / K_{cc}} \text{пл.т./год}. \quad (3.6)$$

$$A_c^{3/c} = \frac{60}{20,5/0,8} = 2,3 \text{пл.т./год}.$$

де 20,5 – час роботи зерносушарки протягом доби, год.

$K_{cc}$  – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності при переході з однієї культури на іншу та визначається за формулою

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

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

$A_1$  – пшениця 4500 т.

$A_2$  – ячмінь 4500 т.

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

$$K_{cc} = \frac{4500 \cdot 0,8 + 4500 \cdot 0,8}{9000} = 0,8$$

Виходячи з добових об'ємів і погодинних об'ємів сушіння приймаймо зерносушарку, яка задовольняє даним об'ємам, приймаймо Україна продуктивністю  $Q=20$  пл.т./год.

Розрахункова маса зерна, яку може просушити зерносушарка за один період заготівель, визначається

$$A_c^{3/c} = 20,5 \cdot Q_c^{3/c} \cdot K_{пер} \cdot \Pi_p \cdot K_o, \text{пл.т.} \quad (3.11)$$

$$A_c^{3/c} = 20,5 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 0,75 = 7380 \text{пл.т.}$$

Силоси для сушіння зерна приймаються ємністю - досушільний і після сушільний ємністю 200 т.



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Розподіляємо шнек вологого зерна; | 10. Технологічні люки;                 |
| 2. Датчики контролю завантаження;    | 11. Знімні панелі;                     |
| 3. Зернові колони;                   | 12. Механічний замок;                  |
| 4. Повітряні канали;                 | 13. Вентилятори;                       |
| 5. Механічні напрямні;               | 14. Газовий пальник;                   |
| 6. Дозуючі вальці;                   | 15. Камера охолодження;                |
| 7. Нижній бункер;                    | 16. Пульт управління;                  |
| 8. Сенсор вологості;                 | 17. Сходи для обслуговування пристрою. |
| 9. Розвантажувальний шнек;           |  |

Рис. 3.1. – Технологічна схема зерносушарки «Україна»

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

- сушку зерна необхідно забезпечити в обсязі середньодобового надходження;

- зерносушільне обладнання проєктованого 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.

### **3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу**

Визначивши розміри робочої будівлі в плані, та скомпонувавши основне технологічне обладнання, необхідно скласти принципову схему технологічного процесу, яка показує основний принцип роботи проектуемого елеватора. При складанні принципової схеми необхідно враховувати головні вимоги НТП для зернопереробної промисловості, намагатись максимально підвищити гнучкість технологічної схеми. Структурна схема роботи елеватора – це схема, в якій вказано послідовність операцій, які виконуються на кому зерносховищі, з вказуванням процентних об'ємів зерна кожній операції [23-25]. Структурна схема наведена на рис. 3.2

Принципова схема роботи зерносховища – це схема, на якій вказано технологічне обладнання та операції, які виконуються на такому зерносховищі, приведена на рис.3.3

Все зерно, що надійшло зерно в робочій башті зважують, пропускають через зерноочисні машини, при необхідності сушать, а потім другою норією піднімають вгору і направляють в надсилосного транспортер, яка розвантажує зерно в силоси на зберігання.

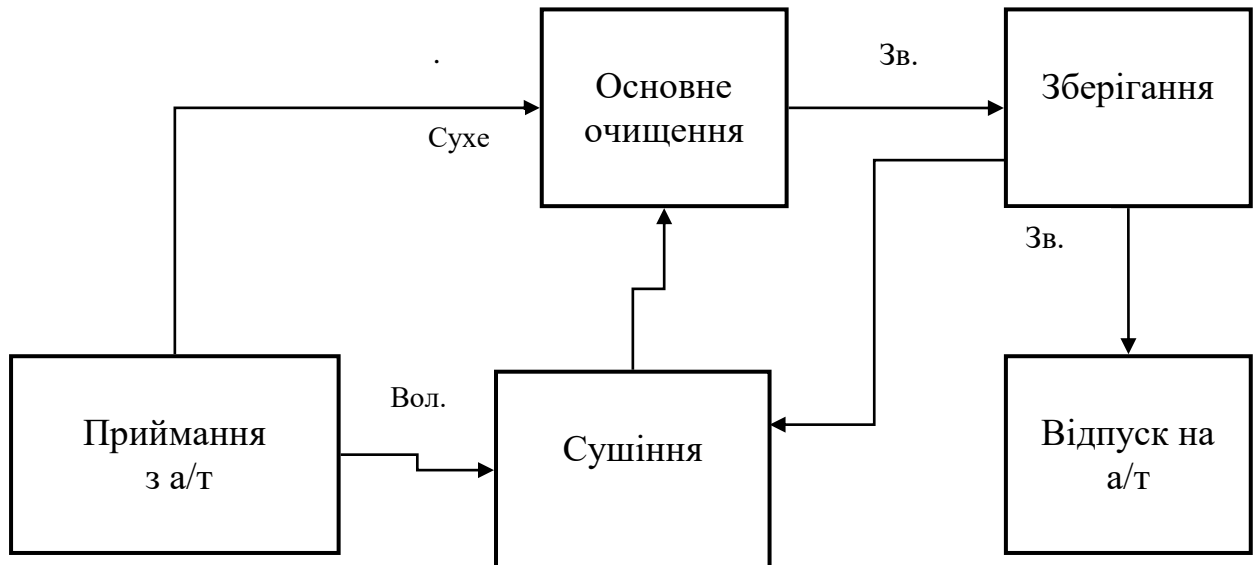


Рис. 3.2 – Структурна схема роботи елеватора.

Технологічна схема елеватора передбачає:

Зважування автотранспорту на автомобільних вагах. Взяття проб з допомогою пробовідбірника і подачу автотранспорту на розвантаження за допомогою автомобілерозвантажувачів Норією зерно подається в оперативну ємність з якої скребковим транспортом подається на попередню очистку, або відразу на сушку, або на норію завантаження силосів. Після попереднього очищення сепаратором зерно подається на сушку в зерносушарку, звідки воно йде на доочистку в сепаратор або на норію завантаження силосів. Очищення змонтовано в металевій очисній башті, в якій також встановлено: вентилятор пиловий, циклон, а також передбачені накопичувальні бункери невикористовуваних відходів, використовуваних відходів і сухого очищеного зерна. Відходи прибираються за допомогою автотранспорту. Сухе очищене зерно подається на зберігання силосу з допомогою норії і верхніх транспортерів: поздовжнього і поперечного, який може передати потік на наступний ряд силосів. Вивантаження зерна із силосів здійснюється на нижній транспортер і далі на норію. Норія подає зерно на верхній транспортер, який, у свою чергу, здійснює завантаження вагонів або автотранспорту через оперативну ємність.

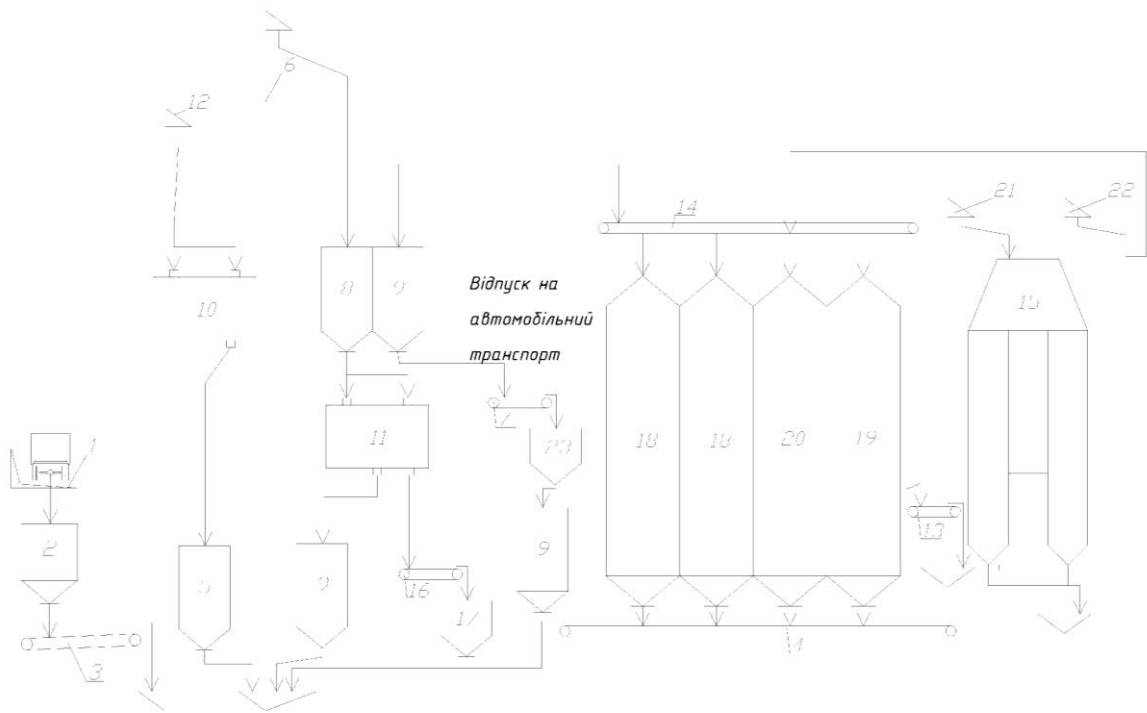


Рис. 2.6 - Принципова схема роботи проектуємого елеватора  
 1-автомобілерозвантажувач; 2-приймальний бункер;3-приймальний конвеєр;4-підсилюючий конвеєр;5-приймальний накопичувальний бункер;6-основна норія робочої башти;7-відпускний конвеєр;8-надсепараторний бункер;9-накопичувальний бункер;10-скальператор;11-сепаратор; 12-норія автоприймання;13-конвеєр сирого зерна;14-надсилюючий конвеєр;15-зерносушарка; 16-конвеєр для відходів;17-бункер для відходів;18-металеві силоси;19-досушальний силос;20-післясушальний силос;21-норія вологого зерна;22-норія сухого зерна; 23-ваги бункерні.

### 3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

#### 3.1.4.1 Розрахунок основних норій

Норії, що встановлюються в башті проектуємого елеватора, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні і спеціалізовані. Визначення продуктивності і кількості спеціалізованих норій проводимо виходячи із розрахункової продуктивності відповідних технологічних потоків. Необхідна кількість основних норій потрібно визначати з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються у часі.

Остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх кількості для виконання всіх технологічних операцій. Для цього розраховуємо кількість норіє-годин для виконання кожної з операцій і на основі їх суми визначаємо кількість норій при двох варіантах продуктивності норій  $Q_1 = Q_{\min}$ , яка приймається рівною наступній більшій із стандартного ряду продуктивності норій: ( $Q = 100; 175; 250; 350$  т/год.)

Примітки:

1. Норії, що беруть участь у зовнішніх операціях, а також обслуговуючі зерносушарки, є спеціалізованими, їх встановлено у відповідних приймальних і відпускних пристроях, біля зерносушарок.

2. Норії, що виконують внутрішні операції, як правило, є універсальними (основними) норіями елеватора, їх встановлено в робочому приміщенні елеватора, які виконують наступні функції:

а) для приймання зерна із автомобільного транспорту;

б) для відпускання зерна на автомобільний транспорт;

в) подача і забирання зерна після очищення;

г) продуктивність підсилованих конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій;

д) продуктивність надсилованих конвеєрів приймається в залежності від вагового обладнання, що застосовується:

3. 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 приймаємо 85 м. На відрізках стрічки зі схилом більше за  $10^\circ$  установка насипних лотків не допускається.

5. Лінійну швидкість стрічок конвеєрів приймаємо не більше за  $v=2,8\text{ м/с}$ .

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

Для уточнення кількості норій необхідно провести порівняльну характеристику за норіє-годинами між  $Q=50\text{ т/год}$ . та  $Q=100\text{ т/год}$ . (табл. 3.1 та табл. 3.2).

Таблиця 3.1 – Розрахунок числа норіє-годин для норії, Q=50 т/год

№ п/п	Найменування операції	Формула	Число норіє-годин Q=50 т/год
1.	Подача зерна в бункера –надсепарат.	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K^n_{\epsilon 3} \cdot K_{\kappa}} = \frac{408}{50 \cdot 0,6}$	13,6
	–досушарні	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon}} = \frac{408 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,6}$	6,8
	–відпуск. а/т.	$H_{год} = \frac{A}{Q \cdot K^m_{\mu}} = \frac{278}{50 \cdot 0,6}$	9,3
2.	Випорожнення зерна з бункера –підсепарат.	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K^n_{\epsilon 3} \cdot K_{\kappa}} = \frac{408}{50 \cdot 0,6}$	6,8
	–післясушарні	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon}} = \frac{408 \cdot 0,5}{50 \cdot 0,6}$	9,3
	Всього		45,8

Таблиця 3.2 – Розрахунок числа норіє-годин для норії, Q=100 т/год

№ п/п	Найменування операції	Формула	Число норіє-годин Q=100 т/год
1.	Подача зерна в бункера –надсепарат.	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K^n_{\epsilon 3} \cdot K_{\kappa}} = \frac{408}{100 \cdot 0,6}$	6,8
	–досушарні	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon}} = \frac{408 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,6}$	3,4
	–відпуск. а/т.	$H_{год} = \frac{A}{Q \cdot K^m_{\mu}} = \frac{278}{100 \cdot 0,6}$	4,63
2.	Випорожнення зерна з бункера –підсепарат.	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon} \cdot K^n_{\epsilon 3} \cdot K_{\kappa}} = \frac{408}{100 \cdot 0,6}$	6,8
	–післясушарні	$H_{год} = \frac{A \cdot n_n}{Q \cdot K^m_{\epsilon}} = \frac{278 \cdot 0,5}{100 \cdot 0,6}$	3,4
	Всього		25,03

Необхідну кількість норій розраховується за формулою

$$N_{год} = \frac{\sum H_{год}}{24 \cdot K_t}, \text{шт}, \quad (3.12)$$

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

$K_t$  – коефіцієнт використання основних норій за часом.

$$N_{год.50} = \frac{45,8}{24 \cdot 0,9} = 2,12 \approx 3$$

$$N_{год.100} = \frac{25,03}{24 \cdot 0,9} = 1,15 \approx 2$$

Для виконання всіх операцій в робочій башті проектуемого елеватора приймаємо 2 норії з продуктивністю 100 т/год.

### 3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

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

Продуктивність конвеєрів в залежності від операції потрібно визначати:

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

Число конвеєрів потрібно визначати:

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

### 3.1.4.3 Самопливи

Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту 36°) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани і інш.) рекомендується приймати:

1) діаметром – 200 мм для продуктивності транспортуючого обладнання 100 т/год;

2) кут нахилу зернопроводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок потрібно приймати 45°, на всіх інших — 36°;

3) перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати 45°.

4) товщину металу для зернопроводів рекомендується приймати 5 мм.

### 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів.

При проектуванні приймальних пристроїв з автомобільного транспорту передбачаються вивантаження зерна з великовантажних автомобілів, самоскидів і автопоїздів без розчеплення з розрахунку забезпечення навантаження в розмірі максимальної годинної надходження. Сучасний приймальний пристрій з автомобільного транспорту являє собою повністю механізований цех, який включає універсальний автомобілерозвантажувач, прийомний бункер, що працює за принципом самопливу, спеціалізовані транспортні механізми (конвеєри, норії) і накопичувальні ємності для формування різноякісних партій зерна.

Необхідна кількість транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначаємо

$$N_{л} = \frac{1,2 \cdot A_{nz}^a}{Q_{л}^a \cdot K_{к}^m \cdot K_{вз}^m}, \text{шт}, \quad (3.15)$$

де  $Q_l^a$  – 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;

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

1,2 – коефіцієнт, що враховує різноманітність засобів доставки зерна;

$$N_l = \frac{1,2 \cdot 13}{100 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,99 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо 1 транспортно-технологічний потік приймання зерна з автомобільного транспорту.

Продуктивність механізмів для відпуску зерна автомобільним транспортом визначають за формулою

$$N_l = \frac{1,2 \cdot A_{nz}^a}{Q_l^a \cdot K_\kappa^m \cdot K_{\epsilon z}^m} \quad (3.18)$$

$$N_l = \frac{1,2 \cdot 13}{100 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,83 \approx 1 \text{шт.}$$

При відпусканні зерна на автотранспорт розрахунковий місячний та добовий об'єми визначають за формулою

$$A_{\epsilon n}^a = \frac{A_{\epsilon n}^p \cdot K_{\epsilon n}^a}{N}, m / \text{міс} \quad (3.3)$$

$$A_{\epsilon n}^a = \frac{11400 \cdot 1,5}{4} = 4275 m / \text{міс}$$

де  $K_m^3, K_d^3$  – коефіцієнти місячної і добової нерівномірності відпускання зерна, що дорівнюють 1,5 і 1,3 відповідно;

$A_{\epsilon n}^p$  – річний відпуск на автотранспорт;

N – число місяців відпуску.

$$A_{\epsilon n}^{\text{доб}} = \frac{A_{\epsilon n}^a \cdot K_{\epsilon n}^a}{T_{\text{всн}}^a}, m / \text{доб} \quad (3.4)$$

$$A_{\epsilon n}^{\text{доб}} = \frac{4275 \cdot 1,3}{20} = 278 m / \text{доб.}$$

де  $T_{всн}^a$  – тривалість відпуску зерна діб

Розрахункове погодинне відпускання

$$A_{ен}^{нг} = \frac{A_{ен}^{доб} \cdot K_{ен}^a}{T_{енд}^a}, m / год. \quad (3.5)$$

$$A_{ен}^{нг} = \frac{278 \cdot 1,5}{16} = 26m / год,$$

де  $K_n^3$  – коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна, що дорівнює 1,5.

### 3.2 Обробка і зберігання відходів

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, сировини та продукції. Обліковують не тільки фізичну масу зерна та інші види сировини, а й показники якості — вологість та наявність смітних домішок, кількість яких прямо впливає на збільшення або зменшення маси зерна. Зниження вологи і кількості смітних домішок при обробці та зберіганні зерна в результаті видалення вологи, переходу смітних домішок у відходи сприяє поліпшенню якості та зменшенню фізичної маси зерна. Підвищення вологості внаслідок поглинання вологи зерном призводить до погіршення його якості та збільшення фізичної маси залишків [39]. Збільшення кількості смітних домішок у зерні внаслідок потрапляння зерен інших культур також призводить до погіршення якості насіння та появи залишків.

Закономірності зміни зернової маси під час зберігання зерна визначають як за кількісними, так і за якісними показниками.

Акт на знищення непридатних відходів типової форми № 23. Застосовують акт типової форми № 23 для оформлення непридатних відходів.

Ці відходи утворюються в процесі технологічної доробки зерна та їх знищують по мірі їх накопичення.

Знищення відходів оформлюють актом у якому вказують їх якість, що підтверджує неможливість їх використання на кормові цілі, а також спосіб знищення. Відходи зважують і їх масу фіксують у ваговому журналі за типовою формою № ЗХС-28, де вказують номери автомобіля й причепу. При вивезенні відходів за межі підприємства виписують матеріальну перепустку. Документ підписують матеріально-відповідальна особа, начальник виробничо-технічної лабораторії (ВТЛ) та керівник охорони.

Акт зачистки (для зерна та продуктів його переробки) типової форми № 30. Складають акт зачистки типової форми № 30 з метою перевірки кількісно-якісного збереження партій зерна, сировини або продукції, встановлення нестач або надлишків та причин їх утворення. Зачистку проводить комісія, склад якої і порядок проведення затверджується наказом керівника підприємства.

Акти зачистки складаються при вивільненні складу, витрати окремих культур, якщо вони обліковувались відокремлено, при інвентаризації і передаванні складів від одного завідувача іншому. Не складаються такі акти на відходи другої і третьої категорій, на продукцію паковану у мішки стандартної маси, і у тих випадках, коли при повній витраті партії зерна та продуктів його переробки або при перевірці їх наявності шляхом переважування, надлишків і нестач не виявляється і відсутні зволоження або збільшення смітцевої домішки.

Комісія складає акт зачистки в двох примірниках і передає його керівнику підприємства на затвердження.

Розпорядження-акт на доробку зерна, насіння олійних культур типової форми № 34 [26]. Застосовують розпорядження – акт типової форми № 34 для оформлення операцій доробки зерна, насіння олійних, бобових культур (очищення, сушіння, класифікації отриманих побічних продуктів і відходів, розрахунку кількості доробленого зерна, тощо) на зерносховищах та елеваторах. Доробку проводять тільки за розпорядженням підписаним директором (керівником) підприємства і начальником ВТЛ типової форми № 34.

У ньому вказується культура зерна або насіння, спосіб доробки, межі допусків, термін закінчення процесів. Розпорядження оформлюють у двох примірниках.

Матеріально-відповідальна особа зобов'язана забезпечити виконання дорученої їй роботи і оформити її результати актом за типової форми № 34 не пізніше наступного дня після закінчення роботи. Акти доробки на очищення і сушку зерна за типовою формою №34 складають у міру проведення робіт, але не рідше одного разу на місяць. Підписують Акт матеріально-відповідальна особа та начальник ВТЛ, перевіряє бухгалтер і затверджує керівник підприємства.

Акт за типовою формою № 34 складають також при доробці зерна і насіння в потоці на потокових лініях, а при сонячному сушінні зерна в акті показники побічних продуктів і відходів прокреслюють.

Матеріально відповідальні особи всі операції з приймання, обробки, переміщення та відпускання зернових продуктів оформляють відповідними первинними документами, на основі яких щодня визначають, скільки за день надійшло і скільки було відпущено зернових продуктів. За цими даними складають складську звітність ф. № 37, де по кожному виду зернових продуктів зазначають: залишок на початок дня, надходження за день, витрати за день і залишок на кінець дня. Надходження і витрати за день визначають за первинними документами, а залишок на кінець дня розраховують так: до залишку на початок дня додають надходження і відраховують витрати.

Складські звіти по окремих видах зернових культур проводять тільки щодо культур і зерносховищ, які перебувають у віданні однієї матеріально відповідальної особи. Разом з первинними документами звіти щодня здають до бухгалтерії. Тут на кожен партію зерна заводять особовий рахунок у книзі кількісно-якісного обліку ф. № 36, де фіксують дані про його масу та якість (вологість, вміст смітних домішок). Дані про надходження і витрати зерна записують у книгах щодня на основі відповідних документів.

У кожному документі на надходження і витрати зерна вказують масу його в кілограмах, вологість та кількість смітних домішок у процентах (з точністю до 0,1 %). Бухгалтер з кількісно-якісного обліку при визначенні залишків у книзі ф. № 36 звіряє їх із залишками складського обліку ф. № 37. Матеріально відповідальна особа щодня звіряє залишки. Зіставлення даних складського і кількісно-якісного обліку, які ведуть матеріально відповідальна особа і бухгалтерія, є засобом контролю за обліком [26].

При надходженні зерна з високим вмістом домішок, додатково встановлюємо скальператор А1-БЗО-2 (Q=100 т/год) фірми «Могильов-Подільський машинобудівний завод». Він розташовується в вузлі приймання зерна з автомобільного транспорту. Отримані відходи використовуються без подробиці.

### 3.3 Проєктування зерносховищ

Форму і розміри силосів вибирають відповідно до місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною, способом проведення будівельних робіт.

Число і розміри силосних корпусів залежать не тільки від ємності елеватора, але і від числа норій і інших машин, що визначають розміри вежі, а також від числа над - і підсилосних транспортерів, необхідних для виконання операцій потрібного обсягу. У робочій вежі підсилосних транспортерів повинні подавати зерно на дві норії, що гарантує безперебійну роботу і забезпечує достатню гнучкість схеми.

Ємність силосів визначають за формулою

$$E_c = \Psi \cdot \gamma \cdot S \cdot h \quad (2.26)$$

$$E_c = 0,9 \cdot 0,75 \cdot 88 \cdot 38,4 = 2280 \text{ т.}$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу силосу круглого типу

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10,6^2}{4} = 88 \text{ м}^2$$

$\Psi$  – коефіцієнт використання обсягу силосу

$\gamma$  – об'ємна маса зерна

Еел. складає 11400 т., отже для забезпечення даного об'єму необхідно 5 силосів по 2280 т. кожний, виробництва «Хорольський машинобудівельний завод» рис. 3.4.

Місткість елеваторів визначається залишком зерна, що утворюється за надходження різних видів транспорту і необхідність створювати великі однорідні партії зерна при відвантаженні з підприємства. Звичайно необхідна місткість елеватора визначається, як 1,1 - кратне середньодобове надходження зерна. Продуктивність приймального і відпускнуго обладнання 50 ... 350 т / год.

Силоси типу СМВУ обладнані системами активного вентилявання та пошарового контролю температури зберігається продукту. А також шнековим механізмом зачисним, для зачистки ємності від залишкової насипу (після розвантаження силосу самопливом). Системи активного вентилявання забезпечують витрату повітря не менше 6 м<sup>3</sup>/год. на тонну місткості при повністю завантаженому зерном силосі. Силоси забезпечують накопичення та збереження кондиційного зерна з вентиляцією і охолодженням, з найменшими втратами і витратами, а також проведення наступних операцій із зерном:

- пошаровий контроль температури зберігається зерна;
- охолодження зернової маси і низькотемпературне досушування зерна;
- знезараження зерна та дезінсекція конструкцій силосу;
- прийом зерна, його зберігання та вивантаження;
- відбір проб зерна;
- контроль верхнього граничного рівня зернового насипу.

Наявні люки (верхній і нижній) і сходи дозволяють проводити обслуговування, очищення і ремонт конструкцій і обладнання силосної ємності [27-28].

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

Серед збудованих елеваторних комплексів найбільш розповсюдженим типом робочої башти є монолітні залізобетонні споруди. Але в умовах зростання постійного попиту на будівництво елеваторів більш доцільно будувати елеватори зі збірних металевих елементів, які виготовляються на заводі за спеціальною технологією.

На цей час це найбільш вигідне рішення цієї проблеми. Деякі частини проектуемого елеваторного комплексу потребують вдосконалення, тому йде заміна залізобетону на сталеві конструкції. Це значно економить витрати грошей на будівництво. Наприклад замість над силосної галереї застосовується естакада з конвеєром та безпечним проходом біля нього.

Обладнання на планах поверхів робочого будівлі розміщують у відповідності з технологічною схемою руху зерна, розробленої для проектуваного підприємства. Вибір того або іншого способу розміщення обладнання зумовлений необхідністю вирішення різнопланових завдань:

- Технологічних – раціональна організація виробничого процесу, виконання запланованого обсягу робіт з операцій приймання, очищення, сушіння, відвантаження, досягнення заданого технологічного ефекту.

- Економічні – мінімальна вартість будівельних робіт, мінімальний витрата трудових і матеріальних засобів на монтаж обладнання.

- Будівельних – оптимальний спосіб компонування і зведення основних будівель і споруд, відповідність нормованих величин габаритних розмірів будівель, можливість застосування уніфікованих будівельних конструкцій та ін.

- Безпеки праці та виробничої санітарії – зручність і безпеку обслуговування технологічного обладнання, зручність і безпеку проходу на сходову клітку, або в суміжне приміщення.

Серед збудованих елеваторних комплексів найбільш розповсюдженим типом робочої башти є монолітні залізобетонні споруди.

Але в умовах зростання постійного попиту на будівництво елеваторів більш доцільно будувати елеватори зі збірних елементів, які виготовляються на заводі металоконструкцій за спеціальною технологією. На цей час це найбільш вигідне рішення цієї проблеми.

Деякі частини проектуемого елеваторного комплексу потребують вдосконалення, тому йде заміна залізобетону на сталеві конструкції. Це значно економить витрати грошей на будівництво. Наприклад замість над силосної галереї застосовується естакада з конвеєром та безпечним проходом біля нього.

Технічне проектування робочої башти проводиться після уточнення кількості обладнання та його ув'язування у технологічній системі. Для визначення розмірів робочої будівлі необхідно провести компоновку транспортного та технологічного обладнання проектуемого елеватора. Розміри в плані робочої башти залежать від габаритних розмірів та кількості технологічного обладнання.

Для визначення розмірів робочої будівлі необхідно провести компоновку 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. 3.5; 3.6), поверх сепараторів (рис.3.7). Найбільш ефективним використанням робочої башти буде встановлення головок норій, як вказано на Рис.3.5, отже обираємо варіант компоновки головок норій за рис. 3.5.

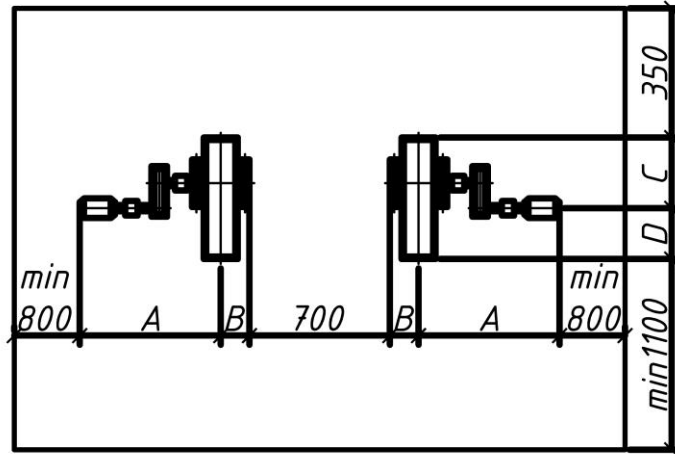


Рис. 3.5 – Розташування основних норій приводами в одну сторону

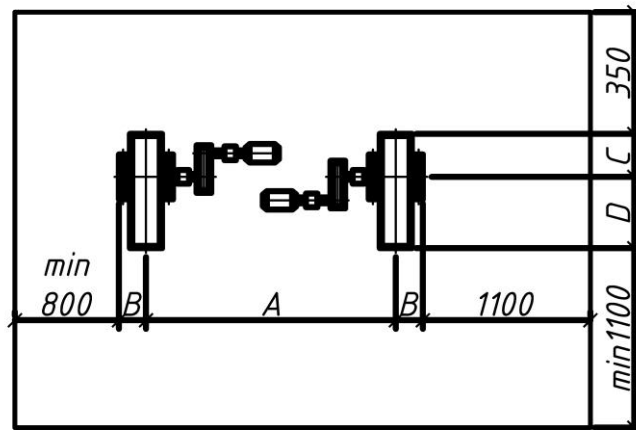


Рис. 3.6 – Розташування основних норій приводами на зустріч один одному

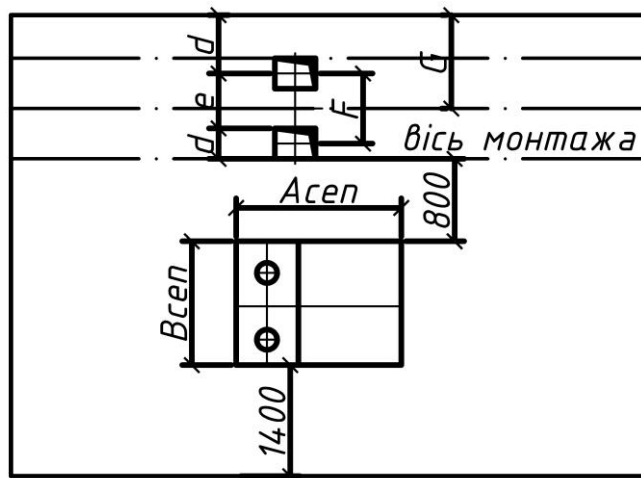


Рис. 3.7 – Розташування сепараторів основного очищення на плані віссю вдоль робочої будівлі

Для більш зручного обслуговування сепаратору основного очищення обираємо варіант компоновки плану поверху (рис 3.5). Після визначення компоновки планів поверхів, встановлюємо довжину та ширину робочої башти проектуемого елеватора. Крок осі башти повинен відповідати кратності 0,3, тому для зручності обираємо крок 3,0 м.

Висота робочої башти складається з висот поверхів, які в свою чергу залежать від габаритних розмірів обладнання, місткостей бункерів та диктуючих самопливів.

Висота поверхів робочого будівлі (силосного корпусу) повинна бути достатньою для монтажу і обслуговування обладнання, що розміщується на поверсі, і, крім того, повинна забезпечувати нормальну подачу зерна на машини і вивантаження з них. Будівельними нормами передбачена мінімальна висота приміщень 3600 мм при висоті виступаючих конструкцій 2400 мм. Висоти поверхів повинні бути кратними 1,2 м.

### **3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти, силосних корпусів і розривів між ними**

Висота зерносховища складається з висот поверхів, які в свою чергу залежать від габаритних розмірів обладнання, яке обираємо, місткостей бункерів та диктуючи самопливі (рис.3.8).

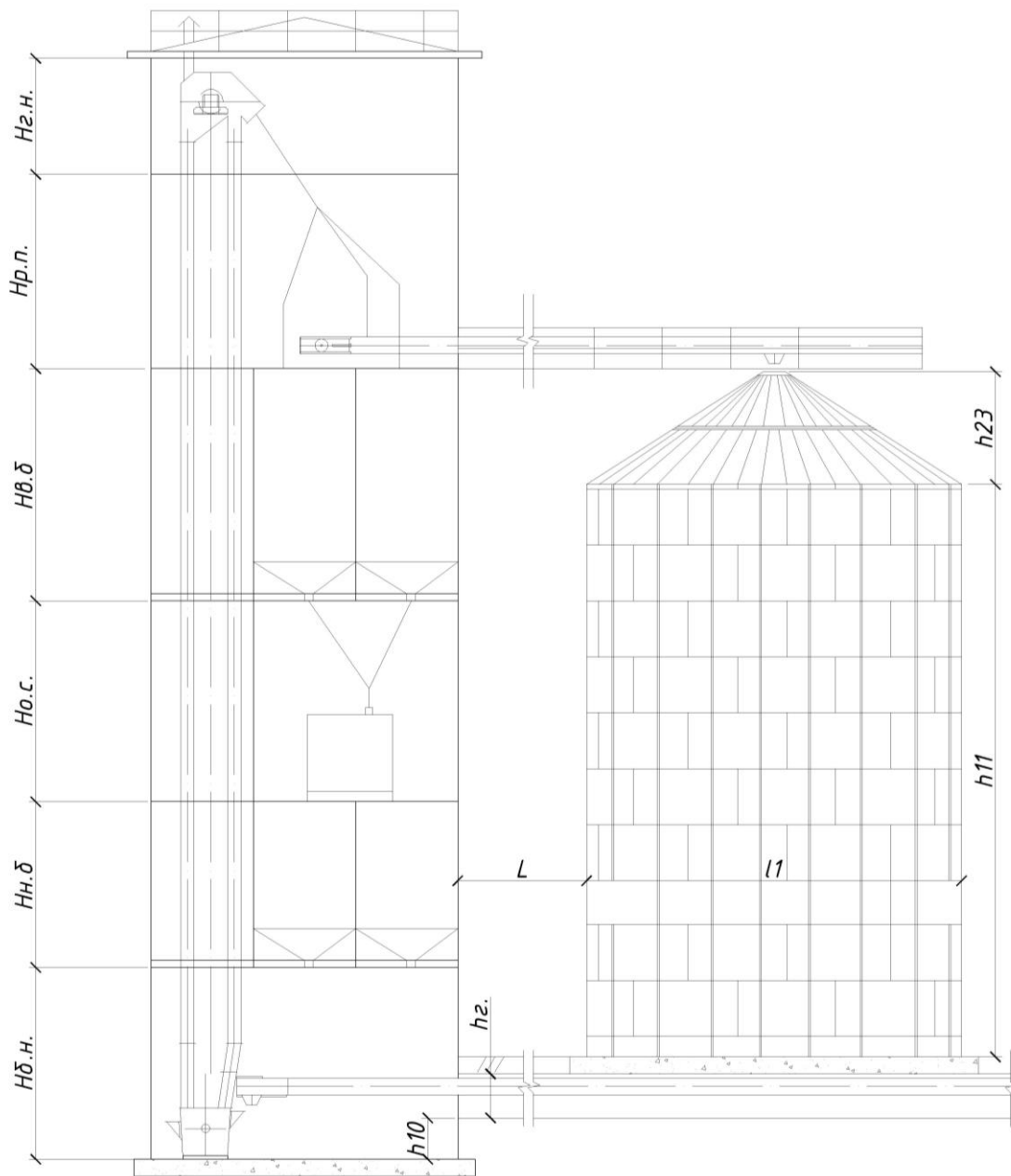


Рис 3.8. – Схема розташування поверхів робочої башти

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

$$Нб.н. = h1 + h2 + h3 + h4 + h5 + h6 + h7 + h8 \quad (3.19)$$

$$Нб.н. = 0,1+1,0+0,3+0,4+1,4+0,4+0,2+0,2+0,2 = 4,2 \text{ м.};$$

де  $h1$  – висота підставки під башмак, призначений для зручності спорожнення норії при завалі, м.;

$h2$  – відстань від нижньої крайки башмака до приймального носка норії, м.;

$h3$  – висота введення самопливу в приймальний носок норії, м.;

$h4, h6$  – висоти секторів, які входять у диктуючу лінію, м.;

$h5 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h5 = 1,4 \cdot \operatorname{tg} 45 = 1,4 \text{ м.}$$

$h7, h8$  – висоти, обумовленні конструкцією фасонних деталей самопливного обладнання, м.;

$h4 = 0,5 \dots 0,6$  м. – висота, необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки, м.

Розрахунок висоти поверху зерноочисних машин робочої башти елеватора

### **Висота поверху сепараторів основного очищення розраховується**

$$Нс. = h1 + h2 + h3 + h4 + h5 + h6 \quad (3.20)$$

$$Нс. = 3,55+0,5+0,2+0,06+0,2+0,2 = 4,8 \text{ м.},$$

де  $h1$  – висота розташування приймальної коробки сепаратора, м.;

$h2$  – висота введення самопливної труби в приймальну коробку, м.;

$h3, h5$  – висоти секторів самопливної труби, м.;

$h4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу, м.;

$$h4 = 0,4 \cdot \operatorname{tg} 36 = 0,06 \text{ м.}$$

$h6$  – висота косоного патрубку під бункером, м.

### **Розрахунок висоти поверху розподільчого поверху робочої башти елеватора**

$$Нр.п. = h3 + h4 + h5 + h7 \quad (3.21)$$

$$Нр.п. = 0,2+5,0+0,4+0,9 = 6,5 \text{ м.} = 6,6 \text{ м.};$$

де  $h3$  – висота сектору, м.;

$h4 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha$  – величина проекції диктуючого самопливу м.;

$$h_4 = 5,0 \cdot \operatorname{tg}45 = 5,0 \text{ м.}$$

$h_5$  – висота нижньої частини скидальної коробки конвеєра, м.;

$h_7$  – висота насипного лотка поперечного конвеєра, м.;

#### **Розрахунок висоти поверху головок норій робочої башти елеватора**

$$H_{г.н.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (3.22)$$

$$H_{г.н.} = 0,6 + 0,6 + 0,75 + 1,45 = 3,4 \text{ м.},$$

де  $h_1 = 0,5 \dots 0,6 \text{ м.}$  – 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

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

#### **Розрахунок висоти поверху верхніх і нижніх бункерів робочої башти елеватора**

$$H_{н.б.} + H_{в.б.} = (h_{10} + h_{11} + H_{п.п.} + h_{12}) - (H_{б.н.} + H_{с.}) \quad (3.23)$$

$$H_{н.б.} + H_{в.б.} = (22,9 + 2,5) - (4,2 + 4,8) = 16,4 \text{ м.},$$

$$H_{н.б.} = 8,2 \text{ м.}$$

$$H_{в.б.} = 8,2 \text{ м.}$$

де  $h_{11}$  – висота силосів, м.;

$h_{10}$  – різниця заглиблення робочої башти і силосів, м.;

$H_{п.п.}$  – висота підсилосного поверху, м.;

$H_{б.н.}$  – висота поверху башмаків норій, м.;

$H_{н.б.}$  – висота поверху нижніх бункерів, м.;

$H_{в.б.}$  – висота поверху верхніх бункерів, м.;

$H_{с.}$  – висота поверху сепараторів основного очищення, м.

Визначення розривів між робочою баштою і силосним корпусом елеватора.

$$h_{20} = h_{22} - (h_{13} + h_{11}) \quad (3.24)$$

$$h_{20} = 5,7 - (0,6 + 2,5) = 2,6 \text{ м.},$$

де  $h_{11}$  – різниця заглиблення робочої башти і силосів, м.;

h13 – висота розташування верхньої стрічки конвеєра на підсилоном поверсі, м.;

h22 – висота верхнього краю скидального барабану підсилоного конвеєра.(розрахунок відповідний до розрахунку поверху башмаків норії);

$$h22 = h1 + h2 + h3 + h4 + h5 + h6 + h7 + 0,25 \quad (3.25)$$

$$h22 = 0,1 + 1 + 0,3 + 0,4 + 3,1 + 0,4 + 0,2 + 0,25 = 5,7 \text{ м.}$$

Визначення величину розриву між робочою баштою и силосним корпусом

При h20=2,6м. величина L=24м.

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

Верхня галерея металевих зерноскловиц 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 зерноскловиц, повинна мати згідно з СНиП 2.10.05-85 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна» висоту поверху не менше за 2,2 м. від рівня підлоги, а також технологічний прохід не менш 0,8 м. У місяцях звуження технологічного проходу дозволяється його залишити меншим за норму, якщо звуження по довжині у плані не більше за 1м.

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

Після остаточного визначення розмірів робочої башти, числа, розмірів і призначення її верхніх і нижніх бункерів необхідно визначити їхню місткість.

Місткість приймального бункера приймаємо 35 т.

Місткість досушильного і післясушильного силосу приймаємо 1580 т, так як продуктивність зерносушарки 10 пл. т/год.

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

Робоча схема руху зерна і відходів (РСПЗіВ) – 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 [23-25]. При транспортуванні зерна, керуючий персонал складає маршрут. Маршрутом називається ланцюг машин, ваг, проміжних бункерів і пристроїв, які переміщують зерно з споржнювальної ємності в наповняєму. Налагодження та перебудова маршруту включають операції закривання і відкривання засувки під бункерами, пуск і зупинку машин, перестановку розподільних пристроїв - самопливів, перекидних клапанів. Кількість зерна, що переміщується без перебудови маршруту, називається партією.

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 норія приймають зерно. Таблиця складається з двох частин, норія подають – це наступне після норії обладнання в яке транспортується зерно, норія приймають – обладнання, яке встановлено перед норією, яке вивантажує зерно на неї.

Елеватор включає в себе обладнання, що забезпечують наступні основні операції:

- Приймання зерна (включаючи зважування автотранспорту);
- Попередня очистка, сушіння, остаточна очищення зернових;
- Транспортування і зберігання зерна в металевих силосах.
- Відвантаження зерна на автотранспорт.

Для приймання зерна з автотранспорту автомобілерозвантажувача - приймальні пристрої, обладнані транспортерами.

Автомобілерозвантажувач ГУАР-30М – це надійний та високоефективний інструмент для розвантаження зернових культур з автотранспорту. Завдяки своїм технічним характеристикам та можливостям, він значно покращує логістику та загальну ефективність роботи елеваторних комплексів.

Для зважування надходить зерна пропонується вагове обладнання провідних українських виробників - нові типи автомобільних ваг з великою платформою (15 x 9 м), що дозволяють зважувати автомобілі та автопоїзди загальною масою до 40 т; вагонні тензометричні ваги для статичного зважування і динамічні ваги для зважування вагонів у русі.

Для очищення зерна пропонується пристрій очисної башти (металевої), в якій передбачається встановлення сепараторів для попереднього очищення, циклонів і пилових вентиляторів, а також передбачені накопичувальні бункери для зерна і відходів.

Для сушіння зерна встановлено зерносушарки продуктивністю 20 планових тонн на годину з роботою як на рідкому, так і газоподібному паливі.

Сушарки та очисні вежі комплектуються норіями (50, 100 т/год.), необхідні зернові потоки утворюються з допомогою перекидних клапанів з електроприводом (або ручних) та системи самопливов. У схемі передбачаються оперативні ємності до 70 м<sup>3</sup>, що забезпечують безперервність процесу «приймання-очищення-сушка».

Передача зерна на зберігання може здійснюватися як скребковими, так і стрічковими конвеєрами (100 т/год). Зберігання зерна передбачається в металевих силосах та в металевому складі, в яких забезпечується оптимальний режим зберігання (за рахунок системи термоконтролю і вентиляції). Для збільшення продуктивності приймально-відпускних робіт комплектується транспортним обладнанням (транспортерами, норіями) продуктивністю до 50 т/год.

На робочій схемі представлені дві основні норії продуктивністю НЦ-I Q=100т/год. кожна, встановлені металевій конструкції. Подача зерна на зберігання здійснюється самопливами з норій №1-2 діаметром 200 мм на надсилосний конвеєр КС№ 2, продуктивністю – 100 т/год. Відвантаження зерна із силосів проводиться на підсилосний конвеєр КС№ 1 (Q = 100т/год.).

Основне очищення зерна передбачене на сепараторі А1-БСХ-100 продуктивністю – 100 т/год.

Прийом зерна з автотранспорту здійснюється одним приймальним потоком. З приймального бункеру передається зерно на конвеєр № 6 (Q = 100т/год.), а потім на норію № 5 (Q=100т/год.). З норії НЦ-І№5 зерно надходить на скальператор типу А1-БЗО-100 (Q = 100т/год.), якщо зерно засмічене, якщо чисте зерно подається в бункер Е-200т, на конвеєр №3 (Q = 100т/год.) і далі на основну норію №2, а потім на основний сепаратор, який очищає зерно до базисних кондицій, з якого - на основну норію №1 (Q=100т/год.). Зазначена норія 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 надземній конвеєрній галереї з-під скальператору.

Усі отримані відходи транспортуються у накопичувальний бункер і відвантажуються спеціалізованим транспортом

#### **Маршрут відпуску зерна на автотранспорт**

Відпуск зерна на автомобільний транспорт здійснюють наступним чином: зерно подають із силосів на конвеєр №1 (Q = 100 т/год.), який подає зерно на основну норію НЦ-І №1 (Q = 100 т/год.), в накопичувальний бункер, а потім на відпускний самоплив. З самопливу зерно надходить на ділянку завантаження автотранспорту.

#### **Маршрут приймання зерна з автотранспорту (вологе)**

Приймальний накопичувальний бункер (Е = 35 т) – конвеєр № 6 (Q = 100 т/год.) – норія спеціалізована НЦ-І № 5 (Q = 100 т/год.) – скальператор А1-БЗО 100 (Q = 100 т/год.) – досушительний силос (Е = 200 т) – норія НЦ-І № 4 (Q = 100 т/год.) – зерносушарка Україна (Q = 20 пл.т/год.) – на конвеєр № 4 – норія НЦ-І № 3 (Q = 100 т/год.) – післясушительний силос (Е = 200 т) – конвеєр № 3 (Q = 100 т/год.) – норія основної робочої башти НЦ-І № 2 (Q =100 т/год.).

#### **Маршрут приймання зерна з автотранспорту (сухе)**

Приймальний накопичувальний бункер (E = 35 т) – конвеєр № 6 (Q = 100 т/год.) – норія спеціалізована НЦ-I № 5 (Q = 100 т/год.) – скальператор А1-БЗО 100 (Q = 100 т/год.) – бункер (E=200 т) – конвеєр № 3 – норія основної робочої башти НЦ-I № 2 (Q = 100 т/год.) – сепаратор БСХ-100 (Q = 100 т/год.) – НЦ-I № 1 (Q = 100 т/год.) – надсилосний конвеєр № 2 (Q = 100 т/год.).

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

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.

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

#### **3.8.1 Мета і призначення системи управління елеватором**

Елеватор являє собою високомеханізоване зерносховище силосного типу. З технологічної точки зору елеватор являє собою набір механізмів і установок, розташованих в певній послідовності і пов'язаних між собою магістралями транспортування продукту. Завищений запит споживачів до якості зерна диктує високі вимоги до роботи комплексу в цілому.

Для того, щоб гарантувати високу якість зерна – тобто його високу ціну на ринку – потрібен тотальний контроль і управління за кожною операцією на елеваторі [29].

Комбінуючи кожен операцію, можна побудувати практично будь-яку потрібну послідовність транспортування.

Система автоматично підлаштується під бажання оператора, проконтролює правильність його рішення і виконає з машинною точністю, щоб доставити необхідне в цілості і з максимальною ефективністю.

Одним з головних на сучасному етапі розвитку елеваторної промисловості визнано шлях широкого впровадження сучасних способів

управління, що базуються на використанні мікроелектроніки, обчислювальної техніки, новітніх приладів, всієї індустрії інформатики.

Всі системи автоматизованого управління технологічним процесом на виробничій ділянці розподіляються на два рівні. Контролювання і встановлення виконуючих приладів безпосередньо біля технологічного обладнання. Продуктивність праці на підприємствах зберігання та переробки зерна щорічно підвищується в результаті впровадження нової техніки вдосконалення організації праці та управління виробництвом. Також другий рівень контроль за всім технологічним процесом з пульту керування. При цьому системи, які встановлені про місцю необхідні, як дублюючі системи, а також для швидкої зупинки технологічного обладнання, не з пульту керування.

### **3.8.2 Поетапність управління елеватором**

За розпорядженням диспетчера персонал (транспортники, вагари, сепараторники та інші) виконують операції по установці в заданому положенні розподільних пристроїв, пускають і зупиняють обладнання, відкривають і закривають засувки.

Щоб уникнути завалів обладнання зерном та змішування зерна різних партій, диспетчер не віддає команди на пуск зерна до тих пір, поки не отримає від виконавців підтвердження про виконання всіх його розпоряджень.

Ця система управління далека від досконалості, вимагає багато часу на налаштування маршруту і не забезпечує диспетчера надійною інформацією про правильність виконання його розпоряджень, наповненості силосів і завантаження устаткування. Відомості про несправності якої машини, що входить до маршруту, диспетчер отримує з запізненням, що може призвести до завалу норій [29].

Диспетчерське управління передбачає виконання таких операцій:

– дистанційний (з пульту управління, встановленого в диспетчерській) пуск і зупинку електродвигунів приводів транспортного, технологічного та

аспіраційного обладнання з автоматичною світловою сигналізацією про роботу електродвигунів;

– сигналізація на встановленому щиті про становище розподільних пристроїв і ступеня заповнення бункерів;

– автоматичне блокування, що забезпечує задану послідовність запуску і зупинки машин;

– ручне управління всіма розподільними пристроями і засувками.

Амперметри встановлюються на щиті сигналізації у символічних зображень відповідних норій. У башмаках норій (для захисту їх від завалів ) встановлюють засувки з виконавчим механізмом, які закриваються в разі надходження сигналів про заповнення бункера. Заповнення бункерів контролюють встановленими в них датчиками рівня зерна.

### **3.8.3 Дистанційне вимірювання температури зерна в металевих силосах**

Система контролю температури застосовуються на підприємствах зберігання та переробки зерна для забезпечення безпеки технологічного процесу зберігання зерна, а також для забезпечення збереження якісних показників зерна, що зберігається.

Система контролю температури в зернових силосах типу ТСС моделі 01 призначена для періодичного вимірювання температури в зернових силосах за допомогою термopідвісок і переносного пристрою – блоку індикації і управління ТСС-БІ/01. При цьому кожна підвіска має кілька контрольованих точок.

Термopідвіски зі ступенем захисту оболонки IP54 має декілька датчиків температури, встановлених через однакову відстань. Застосовуються мініатюрні перетворювачі (датчики) температури типу DS18B20 фірми «Dallas Semiconductor» (США), з напругою живлення 5В постійного струму і з діапазоном вимірюваних температур від  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Термопідвіски забезпечені коушами, призначеними для кріплення термопідвіски на штирях даху силосу (верхній коуш) і для нижнього кріплення для виключення вільного провисання термопідвіски (нижній коуш).

Стаціонарні блок-пости живлення і підключення мають бути жорстко закріплені у силосу на висоті 1,5 м і захищені від сонячного випромінювання. Підвіски монтуються у відповідності зі схемою розташування підвісок в силосі з обов'язковим дотриманням нумерації підвісок (номера підвісок вказані у верхньої точки кріплення підвіски).

Конструкція кріплення термопідвіски у верхній точці повинна бути надійною, витримувати відповідні навантаження і виключати можливість самовільного зняття термопідвіски з конструкції кріплення.

Прокладка і підключення кабелів зниження підвісок до стаціонарних блок-постах виконується з урахуванням таких вимог:

- між першим кріпленням і термопідвіски кабель зниження повинен мати вільну петлю з радіусом не менше 80-100 мм для забезпечення зрушень кріплення термопідвіски при навантаженні і вивантаженні зерна;

- кабель повинен прокладатися по кабельних конструкціях і надійно кріпитися за допомогою кабельних стяжок;

- введення кабелів в корпусні конструкції силосу повинен забезпечуватися сальниковим ущільненням;

- кабель від термопідвіски до стаціонарного блок-поста живлення і підключення не повинен прокладатися поруч з Потужнострумівими кабелями на відстані менше 300 мм;

- допускається кріплення кабелю до елементів конструкції силосу, якщо вони нерухомі і не мають гострих кромки.

#### Автоматизація зерносушарки

Вибір маршруту транспортування зерна і, відповідно, обладнання, задіяного у вибраному маршруті, встановлення головних параметрів сушіння здійснюється оператором. Сушіння зерна одна з основних операції даної виробничої ділянки. Зерно з автомобілерозвантажувача надходить в

приймальний бункер, звідки за допомогою конвеєру та норії надходить в силос вологого зерна, потім зерно надходить на конвеєр та норії спеціалізовані, за допомогою якого надходить у зерносушарки [29].

В зерносушарці передбачається система автоматизації управління і контролю (САУ). Вона передбачає декілька напрямів:

а) Безпека спалювання палива, куди включена, попереджувальна звукова сигналізація електричне розпалювання через електроди. На електроди подається струм високої частоти від високочастотного трансформатора. Струм подається протягом 15 ... 30 с. Після розпалювання, трансформатор автоматично вимикається.

б) Контроль наявності факела за допомогою приладу ФРСУ. У випадку згасання факела або відриву полум'я, прилад фіксує і подає команду на електромагнітний клапан на перекриття паливопроводу.

в) пониження тиску повітря або його відсутність на форсунку автоматично припиняється подача повітря.

г) перевищення температури теплоносія понад 15 С від заданої контролюється приладом. В цьому випадку автоматично припиняється подача палива.

д) перевищення температури зерна понад 10 С від заданої контролюється приладом.

Пуск обладнання може здійснюватися за місцем і з пульта оператора.

Управління засувками (положення "відкрито" "закрито") здійснюється за місцем і з пульта керування за допомогою виконавчих механізмів. На норії і конвеєра передбачені датчики швидкості.

Щоб уникнути завалів обладнання зерном у схемах передбачається блокування зв'язку, що забезпечує послідовність пуску обладнання тільки в напрямку зворотному технологічному потоку. Аварійна сигналізація подається дзвінком HS, який розташований на щиті пульта керування.

Світлодіоди вказують всі параметри роботи сушарки: роботу вентиляційного устаткування, транспортного устаткування, положення зерна по рівнях в зерносушарці і бункерах сирого і сухого зерна.

В будь-якому з вищеназваних випадків при припиненні подачі палива подається звуковий сигнал дзвінком. В передтопковому приміщенні топки встановлений пульт дистанційного керування ПДУ і контролю.

При нормальній роботі устаткування горять зелені світлодіоди, а в разі зупинки спалахує червоний світлодіод. На лицьовій стороні ПДК встановлені прилади контролю температури:

- температура теплоносія в 1-ой зоні;
- температура теплоносія в 2-ой зоні температура нагріву зерна;
- температура зони охолодження.

Головний щит керування складається з декількох секцій: шафи силового живлення, шафи пускової і захисної апаратури та шафи системи управління. Головний екран містить елементи інтерактивного управління візуалізації технологічного процесу: вибір режимів способів сушіння зерна, вибір сховищ вологого і сухого зерна, введення налаштувань регулювання температур агентів сушки, зерна по зонах сушіння, побудова графіків температур процесу, архивування даних параметрів та створення звітів про нештатні ситуації.

### **3.8.4 Приймання зерна з автотранспорту**

Вибір маршруту транспортування зерна і, відповідно, обладнання, задіяного у вибраному маршруті, здійснюється оператором. Приймання зерна з автотранспорту одна з основних операції даної виробничої ділянки. Зерно з автомобілерозвантажувача самопливом надходить в приймальний бункер, звідки за допомогою виконавчого механізму надходить приймальний конвеєр і норію приймального пристрою, потім зерно надходить на конвеєр, за допомогою якого надходить у прийомні силоса вологого зерна.

Щоб уникнути завалів обладнання зерном у схемах передбачається блокування зв'язку, що забезпечує послідовність пуску обладнання тільки в напрямку зворотному технологічному потоку [29-32].

Для контролю рівня зерна в бункерах передбачається датчиками рівня зерна (прилади на місці – сигналізатор швидкості).

## РОЗДІЛ 4

### ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 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.

Відповідно до правил ДБН В.2.2-8-98 Будинки і споруди. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів II - ой категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

Відповідно до проекту в схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двотрансформаторна 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.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Штепа Є.П.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-41 б		

– 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 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії**

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}}, \quad (4.1)$$

де  $W_{\text{пит}} = 30$  кВт.год/т – нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів

$M_{\text{річ}}$  – річна продуктивність підприємства 11400 т

$T_{\text{max}} = 3000$  год – число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{30 \cdot 11400}{3000} = 114 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо  $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 114 = 11,4$  кВт.

#### **4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності**

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

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

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  $Q_p = 150 \cdot 0,75 = 69$  квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

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

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_p + P_{\text{осв}}) = 0,3 \cdot (150 + 15) = 49,5 \text{ квар.}$$

Тоді  $Q_k = 69 - 49,5 = 19,5$  квар.

Вибираємо за допомогою таблиці [33-35] конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 номінальною потужністю  $Q_{\text{кном}} = 20$  квар.

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

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(92 + 9,2)^2 + (69 - 30,4)^2} = 108 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{\text{тп}} = (0,6 \dots 0,8) S_{\text{ТП}} = 0,8 \cdot 108 = 87 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [33-35], вибираємо номінальну потужність трансформатора

Таблиця 4.1 – Номінальну потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{\text{НОМ}}$ , кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу $I_x$ , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k$ , %
		первинна $U_{\text{НОМ}}$	вторинна $U_{2\text{Н}}$		Холостого ходу $P_x$	Короткого замикання $P_k$	
ТМ160/10	160	10	0,4	2,4	0,56	2,65	4,5

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

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.4)$$

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)

$$k_{ЗГ} = \frac{S_1 t_1 + S_2 t_2 + \dots + S_i t_i}{24 \cdot 100\%}, \quad (4.5)$$

де  $S_i$  – навантаження в відсотках за відрізок часу  $t_i$ .

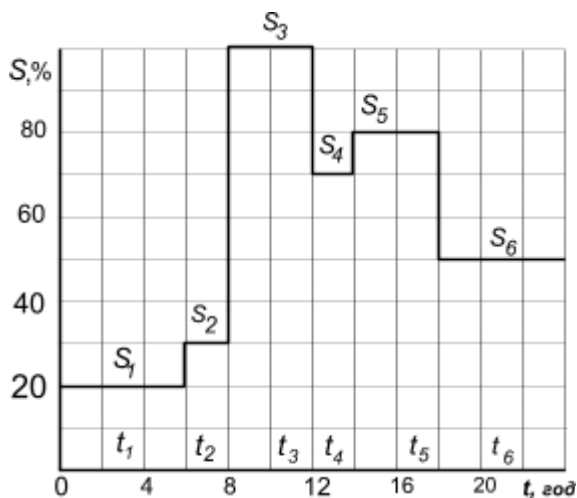


Рис. 4.1– Графік добового навантаження

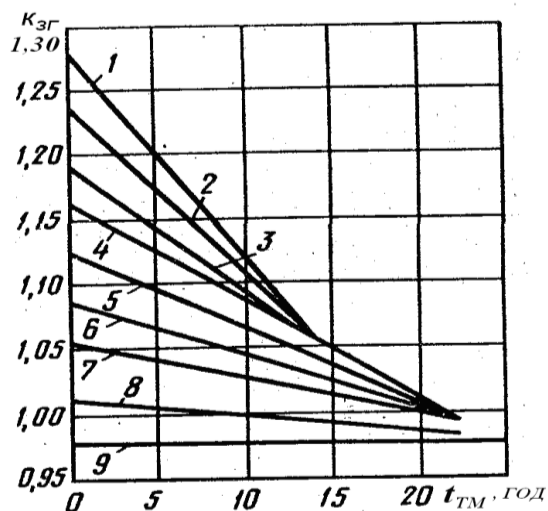


Рис.4.2– Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для  $k_{ЗГ}$ : 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора  $k_{ДП}=1,18$ .

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

$$K_{зг} = \frac{20 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 68 \cdot 3 + 45 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 60 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 62 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 70 \cdot 1 + 65 \cdot 1 + 40 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 60 \cdot 2 + 25 \cdot 1 + 60 \cdot 2 + 95 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 95 \cdot 1}{24 \cdot 100} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає:

$$t_{TM1} = 1 \text{ год (з 7 до 8 год);}$$

$$t_{TM2} = 1 \text{ год (з 11 до 12);}$$

$$t_{TM3} = 1 \text{ год (з 15 до 16 год).}$$

$$\text{Тобто } t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 1 + 1 = 3 \text{ год.}$$

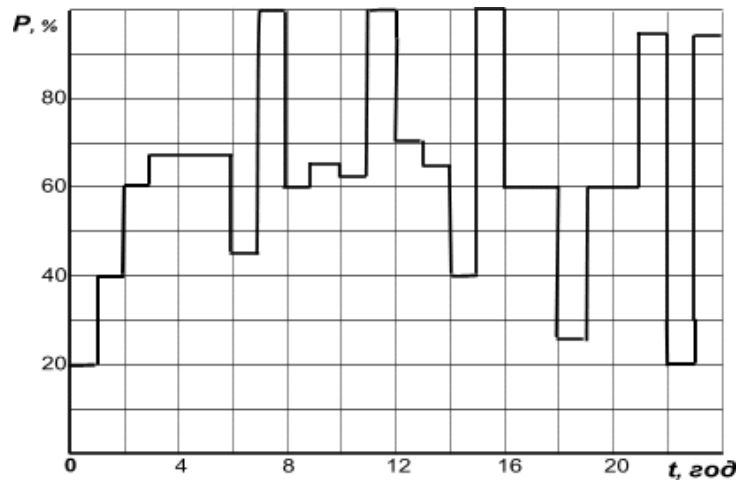


Рис.4.3 – Графік добового навантаження елеватора

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.6)$$

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

$$S_T \geq \frac{191}{2 \cdot 1,15} = 84,5 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів [33-35], уточняємо номінальну потужність трансформатора  $S_{НОМ}$  і приводимо його технічні дані у вигляді табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні дані трансформатора

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$ , кВ·А	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу $I_x$ , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k$ , %
		первинна $U_{НОМ}$	вторинна $U_M$		Холостого ходу $P_x$	Короткого замикання $P_k$	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 160 кВ·А до 100 кВ·А.

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

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x \quad (4.7)$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k \quad (4.8)$$

В цих формулах  $\Delta P_x$  і  $\Delta P_k$  беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора:  $\Delta P_x = 0,36$  кВт;  $\Delta P_k = 1,97$  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:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100}, \text{ квар}; \quad (4.9)$$

$$\Delta Q_x = 100 \frac{2,4}{100} = 2,4 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} \quad (4.10)$$

$$Q_k = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5 \text{ квар}.$$

Тоді  $\Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48$  кВт;  $\Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2$  кВт.

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

$$S_{EK} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}} \quad (4.11)$$

$$S_{EK} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає:  $100 \times 2 = 200$  кВ·А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 66,1 кВ·А будуть відповідати  $\frac{66,1}{200} \cdot 100\% = 33,1\%$ .

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% 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 23, що разом складає  $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$  години, що в процентах складає

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% \quad (4.12)$$

$$\Delta T_{\max} = \frac{3}{24} \cdot 100\% = 12,5\%$$

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

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max} \cdot T_{\max}}{100\%} \text{ ГОД} \quad (4.13)$$

$$\Delta T'_{\max} = \frac{12,5}{100} \cdot 3000 = 375 \text{ ГОД}$$

і складатиме

$$T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} \quad (4.14)$$

$$T'_{\max} = 3000 - 375 = 2625 \text{ год.}$$

#### 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 [33-35]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000S_p}{\sqrt{3}U_{ном}} \quad (4.15)$$

$$I_p = \frac{1000 \cdot 191}{\sqrt{3} \cdot 380} = 289$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} \text{ кВ} \cdot \text{А} \quad (4.16)$$

$$S_p = \sqrt{(188+18)^2 + 38^2} = 191 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

де  $Q_p$  – реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля  $S=120 \text{ мм}^2$  2 кабеля паралельно [33-35].

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

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

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л} \quad (4.17)$$

$$\Delta U = \frac{10^5 (180+18)}{380^2} 0,009 = 1,3\%$$

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

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} \quad (4.18)$$

$$R_{л} = 0,0312 \frac{70}{2 \times 120} = 0,009 \text{ Ом.}$$

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

$L$  – 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:

$$W_a = (P_p + P_{\text{осв}}) T_{\text{max}} \quad (4.19)$$

$$W_a = (188,4 + 18,8) 3000 = 621600 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a \quad (4.20)$$

$$S_o = 2,22 \cdot 621600 = 1379952 \text{ грн.}$$

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

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії 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 трансформаторів на протязі року з  $T_{\text{max}}$  до  $T'_{\text{max}}$  ;

– зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}} \quad (4.21)$$

$$I'_p = \frac{\sqrt{(180 + 18)^2 + (141,3 - 67)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 334 \text{ А}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

– до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{\text{л}} = 3 I_p^2 R_{\text{л}} T_{\text{max}} \quad (4.22)$$

$$W_{л}=3.379^2 \cdot 0,009 \cdot 3000=11635 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

– після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{л}=3 I'_p{}^2 R_{л} T_{\max} \quad (4.23)$$

$$W'_{л}=3.334^2 \cdot 0,009 \cdot 3000=9036 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л}=W_{л}-W'_{л} \quad (4.24)$$

$$\Delta W_{л}=11635-9036=2599 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

$$W_{\text{тр}}=2\Delta P'_k T_{\max} \quad (4.25)$$

$$W_{\text{тр}}=2 \cdot 2,2 \cdot 3000=13200 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

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

$$W'_{\text{тр}}=2\Delta P'_k T'_{\max} \quad (4.26)$$

$$W'_{\text{тр}}=2 \cdot 2,2 \cdot 2625=11550 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{\text{тр}}=W_{\text{тр}}-W'_{\text{тр}} \quad (4.27)$$

$$\Delta W_{\text{тр}}=13200-11550=1650 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

– лампами розжарювання

$$W_{\text{осв}}=kqP_p T_{\max} \quad (4.28)$$

$$W_{\text{осв}}=0,63 \cdot 0,1 \cdot 188,4 \cdot 3000=35532 \text{ кВт}\cdot\text{год};$$

– люмінесцентними лампами

$$W'_{\text{осв}}=kq'P_p T_{\max} \quad (4.29)$$

$$W'_{\text{осв}}=0,63 \cdot 0,05 \cdot 188,4 \cdot 3000=17766 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$  – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [33-35];

– ламп розжарювання  $q = 0,1$ ;

– люмінесцентних ламп в залежності від їх типа [41]  $q' = (0,035 \dots 0,06)$ .

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} \quad (4.30)$$

$$\Delta W_{\text{осв}} = 35352 - 17766 = 17766 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 4.3  
Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} \quad (4.31)$$

$$\Delta W = 2599 + 1650 + 17766 = 22015 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Таблиця 4.3 – Результати розрахунків з економії електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год		Економія електроенергії, кВт·год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	11635	9036	2599
Трансформатори	13250	11550	1650
Освітлення	35352	17766	17766
Разом			22015

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W \quad (4.32)$$

$$\Delta S_o = 0,9634 \cdot 22015 = 2125 \text{ грн.}$$

За рахунок проведення заходів з економії електроенергії, компенсації реактивної потужності, відключення одного із трансформаторів, заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута

економія коштів, що складає:  $\Delta S = \frac{2125}{528849} \cdot 100\% = 4\%$

## РОЗДІЛ 5

### АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

#### 5.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Виробнича діяльність зернопереробного підприємства передбачає широкий цикл виробничих процесів, пов'язаних з обробкою зерна, продуктів його переробки, а також продуктів переробки харчових виробництв (кісткового борошна, макухи, неорганічної сировини та ін.). У цих процесах задіяні значні потужності технологічного парку підприємства, які дозволяють виробляти прийом і відвантаження сировини, його транспортування, очищення, сушіння, дроблення, розсівання, брикетування і т.д. Всі ці операції супроводжуються підвищеним виділенням газових і пилових фракцій, які представляють собою джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Підвищені концентрації пилових і газових утворень в повітрі сприяють порушенню мікроклімату технологічних ділянок і санітарно-гігієнічних норм роботи персоналу. Крім того, пил, що осідає на поверхні обладнання і технологічних конструкцій, погіршує режим експлуатації і сприяє більш швидкому зносу обладнання.

Однак, очевидною і ключовою проблемою зернопереробних підприємств є високий ступінь вибухо- і пожежонебезпеки внаслідок високої концентрації органічних горючих речовин і виникнення пожежовибухонебезпечних пилоповітряних сумішей.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, знепилювачів та ін). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де працюють люди, і виконання ряду технологічних, транспортних та інших

функції.					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила	Канджа О.П.				Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Валевська Л.О.							
Консультант	Гончарук Г.А.							
Зав. кафедри	Макаринська А.В.							
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-416		

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження.

Воно перешкоджає виділенню пилу назовні і викликає надходження в ці простори зовнішнього повітря, яке забирає із собою надлишкове тепло і вологу, що виділяються при переробці зерна в борошно і крупу.

Аспірація являє собою одну з різновидів вентиляції, причому цей термін можна застосовувати тільки при розгляді питань, пов'язаних з відсмоктуванням повітря з обладнання, але не з приміщень.

Поряд з знепилюванням й іншими гігієнічними завданнями обладнання вентиляційних установок використовують також для виконання ряду найважливіших технологічних операцій (очищення і сушка зерна, сортування продуктів помелу за допомогою повітряних потоків), а також для пневматичного (повітряного) транспорту зерна та продуктів його переробки.

Вентиляційні установки на зернопереробних підприємствах дозволяють при ефективній роботі:

1) підвищити продуктивність млинів, круп'яних і комбікормових заводів, завдяки підтримці нормального ходу технологічного процесу, обумовлює, зокрема, підвищенням сипкості сит поліпшити якість борошна:

— краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;  
— попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвиток шкідників;

— зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;

2) санітарно – гігієнічні задачі:

— поліпшити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання робітників;

— створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення

продуктивності праці;

— поліпшити санітарно-гігієнічний стан підприємств в результаті запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна й продуктів його переробки всередині аспіруючого обладнання;

3) задачі пожежовибухобезпеки

— запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі.

## **5.2 Основні принципи компоновання аспіраційних установок**

Основними принципами компоновання, якими слід керуватися при проектуванні об'єднання вентилязованого обладнання в централізовані мережі слід вважати:

— технологічний (об'єднання в загальну мережу повітроводів того обладнання, пил від якого досить однорідний за якістю;

— одночасність роботи аспіраційного обладнання (об'єднання в загальну мережу одночасно працюючого обладнання);

— спрощення траси повітропроводів;

— експлуатаційну надійність і зручності автоматизації;

— температурний принцип.

Технологічний принцип компоновання. Компоновання вентиляційних мереж за технологічним принципом в зерноочисних відділеннях обов'язкове, оскільки втрати або зниження якості так званого «білого» пилу, що має цінність, недопустимі.

Принцип одночасності роботи аспіраційного обладнання. При проектуванні вентиляційних установок елеватора слід, орієнтуючись на графік його операцій, об'єднувати в загальні мережі те обладнання, яке працює одночасно. Така компоновка забезпечує сталість режиму роботи вентилятора і можливість включення вентиляторів при зупинці всього устаткування, що обслуговується однією установкою. Обидві ці обставини обслуговують зменшення витрати

енергії на вентиляційних установках та підвищення коефіцієнта потужності вентиляційної групи електродвигунів елеватора.

Принцип спрощення траси повітропроводів. Цей принцип вимагає об'єднання в загальну мережу устаткування, розташованого на відносно невеликій відстані один від іншого, і устаткування, що дозволяє спроектувати мережу без зайвих перегинів повітропроводів, без горизонтальних ділянок їх або хоча б, з мінімальною довжиною таких ділянок.

У відповідності з цим принципом мережу повітропроводів слід проектувати так, щоб вентилятор був розташований якомога ближче до того устаткування, у якого найбільший опір. Крім того, при довгій розгалуженій мережі повітропроводів вентилятор слід встановлювати на середині найбільшої довжини магістралі.

Принцип експлуатаційної надійності та зручності автоматизації. Для створення мережі з мінімальною довжиною і простий конфігурацією в одну мережу, слід об'єднувати близько розташоване устаткування.

Для підвищення експлуатаційної надійності мережі в неї слід включати обладнання, розташоване у вертикальному, а не в горизонтальному напрямку. Застосування автоматизації технологічних процесів полегшує умови праці, поліпшує виробничі умови на елеваторах.

Температурний принцип. В одну мережу слід об'єднувати обладнання, що має однакову температуру аспіруемого повітря, так як при змішуванні повітря з різною температурою збільшується можливість конденсації і налипання пилу на стінках повітропроводу [36-39].

### **5.3 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів**

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.

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

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 зворотного висипання зерна в норіях;

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

Підсилені конвеєри аспіруються з використанням суцільних укриттів. Коли немає можливості суцільного укриття стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укриттям насипних лотків за схемою [36].

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 [37].

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

#### **5.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж**

Основні особливості різних методів розрахунків вентиляційних мереж. Відомі в наш час методи розрахунків розгалужених повітропроводів вентиляційних установок розрізняються:

- видом тиску (повного, статичного або динамічного), що переміщується в якості основної величини у всіх розрахункових операцій;
- видом основного вираження коефіцієнта опору одиниці відносної довжини повітря, величини  $\lambda$ ;
- способами врахування шляхових і місцевих втрат тиску в ділянках повітропроводу (довжина повітропроводу, еквівалентним місцевим опором, приведений коефіцієнт опору ділянка повітропроводу і інші способи);
- способами визначення діаметрів розгалужень від магістралі;
- видом і побудовами посібників, що полегшує виконання визначений багаторазово повторюваних при розрахунку вентиляційних мереж.

Розглянемо по черзі огляду, з метою ознайомлення, а не володіння ними, деякі найбільш відомі методи розгалужень повітропроводів вентиляційних установок.

Метод втрат тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу.

Одним із перших в часі публікування в печаті методів розрахунку вентиляційних мереж являється метод втрат тиску на одиницю довжини.

Серйозний недолік описаного методу розрахунку – неточність рекомендованого ним визначення діаметрів отворів. Важлива перевага його перед іншими складається на прикладі процесу розрахунку, перешкоджаючих виникнення помилок і описань, а також в загальності цього методу з застосування методу для розрахунку трубопроводу систем опалення, що полегшує володіння ними.

Метод еквівалентних отворів. Еквівалентним отвором даного повітропроводу називають площу такого уявного отвору, яке при однакових з повітропроводом різниці повних тисків пропускає той же об'єм повітря, що і даний повітропровід.

Цей метод, запропонований Блессом в 1911 році, широко застосовували при визначенні вентиляційних сіток млинів, елеваторів і інших підприємств. Тому у подальшому радянські автори піддали його поглибленій розробці і суттєво видозмінили засоби застосування сенсу «еквівалентний отвір». Громіздкий атлас кривих  $F_{\Sigma}$  був замінений більш зручними таблицями або номограмою; окрім цього, цей метод розвинений стосовно сітей, що несуть запилене повітря [36-39].

Метод динамічних тисків. Він полягає у характеристиці опору ділянок пред'явленими коефіцієнтами, схожими коефіцієнтами місцевого опору.

Важливий недолік методу динамічних тисків – відсутність у нього будь-яких практично необхідних указань про розрахунок діаметрів відгалуджень, що особливо важливо для розгалужених повітропроводів промислових вентиляційних установок.

Метод повних тисків. Запропонований А. Панченко у 1933 р. метод повних тисків відрізняється наступними особливостями:

- застосуванням поняття «повний тиск» в усіх розрахованих операціях у якості основної величини;
- зазначенням визначених, практично застосованих аналітичних і графічних способів розрахунку діаметрів розгалужень вентиляційних повітропроводів;
- застосуванням величини  $\lambda$ , що залежна від  $D$  і  $v$ ;
- відсутністю необхідності введення в розрахунок будь-яких додаткових понять типу «еквівалентна довжина» або «пред'явлений коефіцієнт опору ділянки»;
- врахуванням у процесі розрахунку розгалужених мереж необхідності влаштування стандартних трійників, що зберігають співвідношення

$$D_{\text{П}} + D_{\text{б}} = D_0; \quad (5.1)$$

- застосуванням номограм як для визначення величини тиску, який повинен розвивати вентилятор у даній мережі, так і для визначення діаметрів отворів, що обслуговують протікання заданих об'ємів повітря; чисто графічний

метод розрахунку, передбачений цим методом, не виключає нормальної розрахункової лінійки для найпростіших дій.

При одних і тих же значеннях  $\lambda$ , значення  $\nu$  і при однаковій ступіні точності визначення, результати розрахунку по кожному з описаних методів повинні бути однакові. Але, як уже відзначалося, деякі методи, наприклад метод еквівалентних отворів, має у своїй основі не вірні значення вказаних величин, і тому не точність результатів при розрахунку цими методами неминуче.

Методи розрахунку розгалужених повітропроводів слід оцінювати і з точки зору трудомісткості або продуктивності, а також відношенню більшої або меншої втрати працівників, що проводять розрахунки. Наприклад, застосування таблиць, що потребують інтерполірування, надто втомлює працівників і може призвести до виникнення помилок.

Останні дослідження, проведені А.Альтшулем дозволили отримати зручну формулу для розрахунку величини  $\lambda$ . З урахуванням шорохуватості трубопроводів. Дослідження показали, що при значних величинах абсолютної шорохуватості трубопроводів ( $\Delta > 0,5 \text{ мм}$ ) величина  $\lambda$  змінюється на відчутну величину в порівнянні з розрахунком її для гідравлічно гладких (формула Блазіуса) або з повна шорохуватих труб (формула Б.Шифрінсона).

Г. Хованский розробив до формули А. Альтшуля зручні для використання номограми визначення величин  $\lambda$ .

Розрахунок  $\lambda$  за формулою А. Альтшуля для повітропроводів в елеваторних вентиляційних установках, виготовлених з оцинкованої покривної сталі, відрізняється від розрахунку за формулою А. Панченко на величину 8-10% [36-39].

### **5.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона**

При проектуванні та розрахунку фільтрів спочатку виконують компоновку аспіраційної мережі та визначають витрати повітря  $Q_{\phi}$ , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання  $Q_{To}$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$  з метою утворення в ньому необхідного розрідження та очистки повітря від пилу.

При розрахунках  $Q_\phi$  необхідно обов'язково враховувати кількість повітря, що підсмоктується у фільтр –  $Q_{II}$ , м<sup>3</sup>/год.

$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_{го}$  – при одноступеневому очищенні повітря, тобто  $Q_{II}$  складають 5% від  $\Sigma Q_{машин}$  повітря, а це складає кількість підсмоктуваного повітря в межах 0,1...0,5 м<sup>3</sup>/с. По  $Q_\phi$  вибирають необхідний типорозмір фільтра. Втрати тиску у фільтрі  $H_\phi$ , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

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

де  $F_\phi$  – площа поверхні фільтрувальної тканини, м<sup>2</sup>, яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів. В свою чергу кількість рукавів підбираємо в залежності від марки і типорозміру фільтра [36-39]. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає – 0,5м<sup>2</sup>. Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає 1м<sup>2</sup>, а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_\phi = n \cdot 1, \text{ м}^2 \quad (5.3)$$

де  $n$  – кількість рукавів фільтра.

Таким чином:

$$H_\phi = a \cdot q^h, \quad (5.4)$$

де  $a$  і  $h$  – експериментальні коефіцієнти, що залежать від структури фільтрувальної тканини, конструкції фільтра та характеристики пилу.

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

$$H_{рег} > 363 + 155 \cdot q, \text{ Па.} \quad (5.5)$$

## 5.6 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

Для аспірації зерноочисного обладнання використовують фільтри-циклони ZEO-FC, а також локальні фільтри ZEO-FV та ZEO-FG. Це дає можливість

додаткового збереження маси кормового продукту шляхом зниження викидів у виробниче приміщення та атмосферу за рахунок високого коефіцієнта очищення повітря у рукавах пиловідділювача та повернення продукту в потік матеріалу.

### **5.7 Принцип роботи високоефективних локальних фільтрів**

Пилоповітряна суміш очищується на фільтрувальних рукавах. Очищене повітря виходить в атмосферу з допомогою витяжного вентилятора. Очистка кожного рукава від пилу проходить автоматично при допомозі контролера і системи регенерації. Рукави фільтра виготовляють із фільтрувальної тканини – полістирол звичайного виконання з вологостійким, маслостійким або вологовідштовхуючим покриттям [36-39].

### **5.8 Режим очищення**

Через певні проміжки часу, які задаються контролером, кожний елемент по черзі отримує короткочасний впрыск стисненого повітря із відповідного патрубка.

Діаметр отворів і відстань від сопла до фільтруючого елемента розраховані так, що це забезпечує примусове втягування значного об'єму пилоповітряної суміші в середину фільтра одночасно з регенерацією одного із фільтрувальних елементів.

Це приводить до короткочасної потужної зміни напрямку потоку повітря через фільтрувальний елемент. Повітря надуває рукав і ефективно струшує з нього шар пилу. Потім пил повертається знову в технологічний потік матеріалу.

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FC, який використовується для знепилювання повітря від однієї або декількох машин, користуємось графічною залежністю  $H_\phi=f(q)$ , який наведено на рис. 4 (методичних вказівок).

На виході з повітропроводу, як правило встановлюють факельний викид (рис. 3 методичних вказівок), і втрати тиску на удар визначають за виразом

$$H_{y\delta} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,} \quad (5.6)$$

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

$v_{\text{вих}}$  – швидкість очищеного повітря на виході з вентилятора при факельному викиді  $v=20\dots22 \text{ м/с}$ .

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок (обладнання, повітропроводів та пиловловлювачів) розраховують також втрати тиску на ділянках за магістральним напрямком –  $H_{\text{нов}}$ .

$$H_{\text{нов}} = \left( \lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.7)$$

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 повітропровода, м/с.

Тоді опір мережі

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\text{нов}} + H_{\text{ф}} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}. \quad (5.8)$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}. \quad (5.10)$$

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 пилю, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG(FV) знаходять за узагальненою формулою

$$H_{\text{ф}} = A + B \cdot Q_{\text{ф}}^2, \text{ Па}, \quad (5.11)$$

де  $A$  і  $B$  – коефіцієнти рекомендовані заводом виробником:  $A = 670$ ,  $B = 360$ ;

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

Для таких фільтрів розраховуємо опір аспіраційної мережі за виразом

$$H_{мер} = H_m + H_{\phi} + H_{y\delta}, \text{ Па}, \quad (5.12)$$

де  $H_m$  – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), (табл. 1, додаток методичних вказівок);

$H_{y\delta}$  – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу.

При встановленні вихідного дифузора,  $H_{y\delta}$  розраховуємо за формулою

$$H_{y\delta} = H_{дин} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.13)$$

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

$n$  – відношення площі вихідного отвору  $F_{вих}$  до площі перерізу повітропроводу, розташованого перед дифузором  $f_{нов}$ ,  $n = \frac{F_{вих}}{f_{нов}}$ .

За аеродинамічними параметрами  $Q_в$  і  $H_в$  підбираємо вентилятор [36].

Число обертів вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристики вентилятора і характеристики мережі  $H = f(Q)$

Потужність вентилятора і на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N_в = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт}, \quad (5.14)$$

де  $\eta_в$  – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$  – ККД передачі (0,98);

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

Фактичну потужність електродвигуна  $N_{ел.дв.}$  визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{ел.дв.} = K_з \cdot N, \text{ кВт}, \quad (5.15)$$

де  $K_з$  – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна.

Для електродвигунів потужністю до 5кВт  $K_з=1,15$ , а для електродвигунів з  $N>5кВт$   $K_з=1,1$ .

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів–виготовлювачів.

## 5.9 Аспірація мережі до якої входять конвеєри №1 і №2 продуктивністю 100 т/год

Продуктивність одного конвеєра 100 т/год. Згідно додатка методичних вказівок [36] «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

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_k = 0,05 \cdot 600 = 30 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (5.16)$$

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

$$Q_\phi = Q_k + Q_n = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} = 0,175 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.17)$$

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

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

$$H_{мер} = H_k + H_\phi + H_{y\delta}, \quad (5.18)$$

де  $H_k$  – гідравлічний опір конвеєра, Па;

$H_\phi$  – гідравлічний опір фільтра, Па

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

Розраховуємо опір фільтра за узагальненою формулою

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2, \quad (5.19)$$

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

$$H_{y\delta} = H_{дин} \left( \frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.20)$$

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

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

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.21)$$

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  $10 \dots 12 \text{ м/с}$ .

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 11^2}{2} = 73 \text{ Па}. \quad (5.22)$$

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

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = 50 + 681 + 18 = 749 \text{ Па}. \quad (5.23)$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на  $10 \%$

$$H_{\text{е}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 749 = 824 \text{ Па}. \quad (5.24)$$

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

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_{\text{е}} \cdot H_{\text{е}}}{1000 \cdot \eta_{\text{е}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}. \quad (5.25)$$

де  $\eta_{\text{е}}$  – ККД вентилятора;

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

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

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

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

$$N_{\text{ф}} = K_{\text{з}} \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт}, \quad (5.26)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна  $K_{\text{з}}$ . Для електродвигунів потужністю до  $5 \text{ кВт}$   $K_{\text{з}}=1,15$ .

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

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

### 5.10 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації норій НЦ-I №2 та конвеєра 5, продуктивністю 100 т/год.

За додатком методичних вказівок [36] знаходимо, що для аспірації даної норії необхідно відібрати повітря з укриття норії  $Q_n=700$  м<sup>3</sup>/год. При цьому опір норії  $H_n=50$  Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_n = 1,05 \cdot 700 = 735 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибираємо фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2 = 670 + 360 \cdot 735 / 3600 = 743,5 \text{ Па.}$$

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

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

де  $n$  – приймаємо  $n=2,0$

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 12^2}{2} = 86,4 \text{ Па.}$$

$$\text{Тоді } H_{y\delta} = 86,4 \cdot \left( \frac{1}{2} \right)^2 = 21,6 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}} = H_n + H_{\phi} + H_{y\delta} = 50 + 743,5 + 21,6 = 815 \text{ Па}$$

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 815 = 897 \text{ Па.}$$

По  $Q_{\epsilon}$  та  $H_{\epsilon}$  підбираємо вентилятор MN 602 –  $N=1,1$  кВт,  $Q_{\epsilon}=800$  м<sup>3</sup>/год,  $H_{\epsilon}=1200$  Па.

Корисна потужність на валу вентилятора

КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5

Арк.

$$N_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot 3600} = \frac{735 \cdot 897}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 3600} = 0,3 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ел.дв.}} = K_{\text{з}} \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35 \text{ кВт.}$$

Завод виробник рекомендує прийняти електродвигун потужністю  $N=1,1$ кВт з числом обертів  $n=2850$  об/хв.

### 5.11 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації сепаратора А1-БСХ-100.

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  $Q_{\text{то}}$ , м<sup>3</sup>/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

$$Q_{\phi} = 1,05 * Q_{\text{то}}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (5.27)$$

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

Встановлюємо фільтр-циклон **ZEO-FC-9000** на сепаратор А1-БСХ-100,  $Q=100$  т/год [36-37].

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 [36-37] (рис. 5.1)  $H_{\phi}=1125$ , для цього розрахуємо  $q$ .

$$q = 2,62/2,25 = 1,16 \text{ м}^3 / \text{м}^2$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі, для чого складаємо площинну схему:

$$H_{\text{мед}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{вд}} + H_{\text{пов}}, \text{ Па} \quad (5.28)$$

де  $H_M$  – опір технологічного обладнання (машина, яка аспірується 50Па);  
 $H_{уд}$  – витрати тиску на удар (вихід повітря).

$H_f$  – гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{пов}$  – опір повітря розраховуємо за формулою:

$$H_{пов} = \left( \frac{\lambda}{D} l + \sum \xi \right) * \frac{q * v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.29)$$

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.

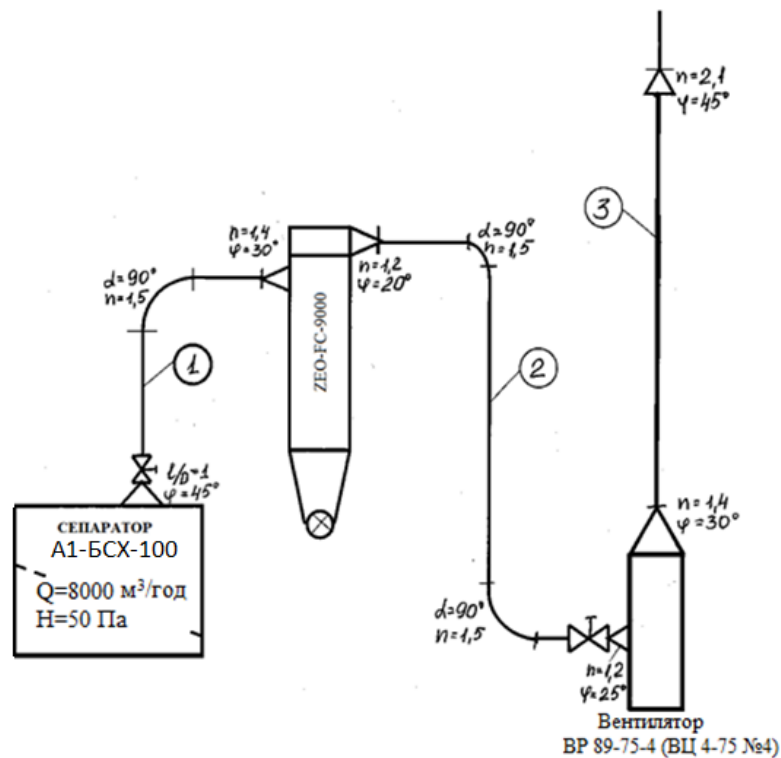


Рис. 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі сепаратора А1-БСХ-100

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

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

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

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

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

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

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

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n}\right)^2, \text{ Па} \quad (5.30)$$

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

$n = 2$ .

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

Динамічний тиск розраховуємо за формулою :

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па} \quad (5.31)$$

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  $10 \dots 12 \text{ м/с}$ . [47]

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

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо :

$$H_{\text{в}} = 1,1 * H_{\text{мер}}, \text{ Па} \quad (5.32)$$

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

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор :

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 2,33 \text{ м}^3/\text{с}$$

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  $0,8$  [36].

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

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

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

$$N_y = K_z * N, \text{ кВт} \quad (5.33)$$

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

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

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

## РОЗДІЛ 6

### ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

#### 6.1 Опис генплану

Підприємство займає площу 2,0 га та має вигідне розташування поблизу магістральних шляхів сполучення, що забезпечує зручну логістику. Земельна ділянка повністю відповідає встановленим геологічним і гідрологічним вимогам.

Основою організації території є генеральний план, який координує розміщення всіх споруд та інженерних комунікацій, включаючи силові кабелі, газопроводи та схему руху автотранспорту. Згідно з планом, усі будівлі поділяються на основні виробничі та підсобні. До основних належать об'єкти, де безпосередньо встановлено технологічне обладнання для виробничого процесу. Підсобні споруди розташовані на території для забезпечення життєдіяльності підприємства, проте їхнє устаткування не бере прямої участі у виготовленні продукції. Сукупність усіх будівель, споруд, обладнання та самої території формує єдину технічну базу підприємства.

Майданчик для будівництва підприємства задовольняє наступним вимогам:

- має мінімальні розміри з врахуванням раціональної щільності забудови;
- розташування будівель та споруд відповідно до наряду руху зерна і відходів і має можливість розширення виробництва;
- має відносно рівну поверхню і ухил (0,001...0,003), що забезпечує стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових нижче за глибину пристрою підвалів, тунелів, галерей;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, гр. ЗТЗ-41 б		

- планування майданчика не пов'язано з виконанням великого об'єму земляних робіт;
- відстань між будівлями і спорудами відповідає протипожежним нормам і санітарним вимогам промислових підприємств;
- автомобільні дороги розміщені на території у відповідності з рухом вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну протяжність;
- розташовані будівлі і споруди на території підприємства, з окремими зонами: передзаводську, виробничу, підсобну і складську;
- будівлі і споруди розміщені з урахуванням напрямку переважаючих вітрів, з вітряної сторони по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менш 100 м.

Розташування будівель і споруд на території підприємства забезпечує поточність приймання, зважування і відпуску зерна, коротший шлях передачі зерна із приймальних пристроїв в склад силосного зберігання і з них на відпуск на автомобільний транспорт.

При розміщенні будівель і споруд на території підприємства дотримані будівельні, протипожежні і санітарно-гігієнічні вимоги. За санітарними нормами будівлі розташовані згідно господарюючих вітрів. Складають та відмічають графічно напрямки господарюючих вітрів. Це графічне зображення – роза вітрів, яка вказує найбільш вірогідні напрямку руху повітря на протязі роки на місцевості, де розташовано підприємство.

Мережа автомобільних проїздів в межах елеватора прийнята з урахуванням зовнішніх і внутрішніх вантажопотоків та протипожежного обслуговування, що забезпечують необхідний зв'язок між будівлями та спорудами.

У відповідності до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» визначена конструкція дорожнього покриття та ширина проїжджої частини основних проїздів: 3,5–5 м. Мінімальні радіуси поворотів – 12,00 м, мінімальні поздовжні ухили визначені – 0,5 %. Поперечний профіль доріг по майданчику прийнято односкатний бортовий [40-42].

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов та мікроклімату на майданчику передбачаються заходи щодо благоустрою й озеленення. Ширину тротуарів прийнято 1,5 м, вони влаштовуються згідно з напрямом руху працівників. Озеленення ділянки передбачає посадку декоративних дерев, засів запланованих поверхонь газонними травами, влаштування квітників, широколистих дерев.

Для повноцінного функціонування об'єктів, розташованих в межах території, передбачається забезпечення їх виробничими мережами водопостачання (на господарські потреби та пожежне гасіння), електропостачання, газопостачання, паливопостачання зі складу ПММ. Трасування інженерних мереж пов'язане із загальним рішенням генерального плану, як єдина система інженерних комунікацій. Інженерні мережі розміщено виходячи з умов оптимального обслуговування вводами та випусками будівель та споруд при їх мінімальній протяжності. Опалення будівель і споруд передбачається від електронагрівальних приладів. Електропостачання здійснюється від мереж, згідно відповідних технічних умов. Водопостачання – від централізованих мереж водопостачання.

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

$$K_z = \frac{\sum f}{F} \cdot 100;$$

$$K_z = \frac{6270}{11400} \cdot 100 = 55,0 \%;$$

$$K_m = \frac{F_M}{F} \cdot 100;$$

$$K_m = \frac{4560}{11400} \cdot 100 = 44,0 \%;$$

$$K_{oz} = \frac{F_{oz}}{F} \cdot 100;$$

$$K_{oz} = \frac{570}{11400} \cdot 100 = 5,0 \%,$$

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

Підприємство працює в сфері надання послуг по обробці та зберіганню зерна для товаровиробників та зернотрейдерів. Послуги із зберігання зерна та продуктів його переробки, які надає підприємство відповідають правилам і технічним умовам, встановленим Технічним регламентом зернового складу, що засвідчує Сертифікат відповідності послуг зберігання зерна.

Ділянка, на якій знаходиться елеватор задовольняє вимоги геологічного і гідрологічного порядку.

Виробничі і підсобні будівлі і споруди із обладнанням, що до них відноситься, разом з територією, на якій вони знаходяться, складають технічну базу підприємства.

Будівлі і споруди, що входять до складу підприємства, поділяються на виробничі і підсобні.

Виробничі: зерносклади; металеві силоси; робочі башти; норійні вишки; зерносушарки; лабораторія; силові установки; приймальні і відпускні пристрої; автомобільні ваги.

Підсобні: контори; прохідні; матеріальні склади; приміщення майстерень.

Розташування будівель і споруд на території підприємства забезпечує поточність приймання, зважування і відпуску зерна, короткий шлях передачі зерна із приймальних пристроїв в склад силосного зберігання і з них на відпуск на різні види транспорту.

При розміщенні будівель і споруд на території підприємства дотримані будівельні, протипожежні і санітарно-гігієнічні вимоги.

## **6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору**

Майданчик для будівництва підприємства площею 2,0 га повністю відповідає сучасним технічним та санітарним вимогам. Ділянка має раціональну щільність забудови з можливістю розширення виробництва та розташована поблизу магістральних шляхів сполучення.

Рельєф місцевості є відносно рівним із ухилом 0,001–0,003 для стоку вод, а рівень ґрунтових вод залягає нижче глибини закладання підвалів та тунелів. Планування території не потребує значних обсягів земляних робіт.

Генеральний план координує розташування виробничих і підсобних споруд, інженерних комунікацій та транспортних шляхів. Територія розділена на передзаводську, виробничу, підсобну та складську зони. Розташування будівель забезпечує поточність процесів приймання, зважування та відпуску зерна, мінімізуючи шлях його передачі до складів силосного зберігання. При проектуванні враховано розу вітрів, що дозволило розмістити виробничі об'єкти з підвітряного боку щодо житлових масивів із санітарним розривом не менше 100 метрів.

Проектоване фермерське зерносховище є багатоповерховою каркасною спорудою зі збірних металевих елементів заводського виготовлення. Конструктивна система складається з несучих та огорожувальних елементів, що включають фундаментну частину, каркас, дах, стіни, перекриття, сходи та віконні блоки. Для колон застосовано фундаменти анкерного типу на суцільній залізобетонній плиті, що забезпечує рівномірний розподіл тиску на ґрунт. Внутрішні перегородки виконані з легкого профільованого металу, що дозволяє раціонально розподіляти простір між капітальними стінами.

Основними параметрами норійних вишок прийнято стандартні прольоти, сітку колон та висотні габарити з урахуванням температурних швів і перепадів висот. Конструктивні рішення забезпечують зручну подачу зерна на технологічне обладнання, вільне переміщення персоналу та максимальне природне освітлення на всіх поверхах. Усі будівлі, обладнання та комунікації, включаючи силові кабелі та газопроводи, формують єдину технічну базу підприємства.

Мінімальну товщину стін збірних елементів, у залежності від форми і розмірів силосу, приймають наступною: круглі силоси діаметром 3 м – 80 мм; діаметром 6 м – 120 мм; діаметром 12 м ...160 мм; квадратні силоси розміром 3'3 м – 100 мм. Збірні стіни круглих силосів діаметром 3 м проєктують із об'ємних

кільцевих елементів, що дозволяє швидко робити їхній монтаж. Для зручності виготовлення, складування і транспортування збірні елементи стін діаметром 6 м виготовляють довжиною в чверть кола, а діаметром 12 м – в чверть або 1/6 кола.

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.

У вузлі приймання зерна з автотранспорту міжповерховий зв'язок здійснюється за допомогою одномаршевої дробини, з кутом нахилу не більше 60°. Менша кількість ступенів у марші полегшує підйом по сходах. Вона розташована за межами модуля і виконується, як самостійна металева конструкція.

Для освітлення та виробничих приміщень приймаємо віконні прорізи із суцільним стрічковим застекленням.

Покриття будівлі складається зі збірних і покрівельних настилів, багат шарового гідроізоляційного килима і захисного шару. Покриття відповідає основній вимозі – водонепроникності.

Силос складається з таких основних конструктивних елементів: фундаменту, колон підсиленого поверху, днища, стін, надсиленого перекриття і галереї.

Збірні стіни силосів проєктують із об'ємних, криволінійних або плоских елементів заводського виготовлення. Елементи збірних стін можуть бути ребристими або гладкими. При застосуванні ребристих елементів зменшується витрата матеріалів, знижується вага всієї споруди. Проте виготовляти їх складніше, і тріщиностійкість у них нижча, ніж у елементів з гладкими стінами.

Причому внутрішня поверхня стін і днищ не повинна мати виступаючих горизонтальних ребер і западин. У зв'язку з цим силоси з гладкими стінами застосовують частіше. Рекомендується виконувати горизонтальну розрізку стін на збірні елементи висотою кратною 600 мм (з урахуванням товщини горизонтальних швів). Збірні елементи, як правило, проектують конструктивною висотою 1180 мм при товщині шва 20 мм.

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 [39-42].

## РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Аналіз міні-елеватора, представлений в технологічній частині проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) [43-49]:

– підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони. Спостерігається: у силосах, головок норій, сепаратору.

– 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 нормативних документів і становить: температура повітря 15...21 °С, температура повітря поза постійних робочих місць 13...24 °С;

– підвищений рівень шуму на робочому місці – утворюється на поверсі головок та башмаків норій, сепаратору. Нормативне значення цього параметру визначається відповідно до нормативного документу і становить 85 дБа на робочих місцях, у робочих зонах, у виробничих приміщеннях і на території;

– підвищений рівень вібрації – допустимі параметри вібрації визначаються відповідно з ДСН 3.3.6-039-99 і у деяких машин становить: сепаратори різних типів – частота обертання-500 об/хв. , частота коливань – 8,3 Гц, вібророзміщення – 0,056.

Середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 0,2 м/с, норії – частота обертання – 80 – 170 об/хв, частота коливань – 13,3 – 2,8 Гц, вібророзміщення – 3,1 – 0,61, середньоквадратичне значення коливальної швидкості – 1,3м/с 10<sup>-2</sup>;

– підвищена або знижена вологість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до нормативного документу.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробила		Канджа О.П.			Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Валевська Л.О.						
Консультант		Валевська Л.О.				ОНТУ, гр. ЗТЗ-41 б		
Зав. кафедри		Макаринська А.В.						

Припустимі норми відносної вологості повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – не більше 75 %;

– підвищена або знижена рухливість повітря – нормативне значення цих параметрів визначається відповідно до нормативних документів, припустимі норми швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року – не більше 0,4 м/с;

– 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 [43];

Відсутність або недостатність природного світла – норми КПО при боковому освітленні у виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню та переробці зерна – мінімум 1,5 % [49].

Недостатня освітленість робочої зони – робочі місця у разі невірному розрахунку освітлювальної системи і розміщення технологічного обладнання, за рахунок забруднення освітлювальних приладів, відсутності ламп, а також у нічні зміни (норми електроосвітлення поверху головок норій, сепараторів: при лампах розжарення – 30 лк, газорозрядних – 75 лк; надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї відповідно до нормативної документації [49]).

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

Усе виробниче устаткування встановлене з урахуванням умов його технічного обслуговування відповідно до вимог технічного паспорта передбачено наступні відстані між устаткуваннями, а також між обладнанням і стінами виробничих будівель (норійної башти):

– норми ширини проходів при розміщенні обладнання для магістральних (генеральних проходів) – 1,5 м; між обладнанням – 1,2 м; між стінами виробничих будівель і обладнанням – 1 м. Вони збільшуються на 0,75 м при однобічному розташуванні працюючих від проходів і не менш ніж на 1,5 м.

– при двобічному розташуванні працюючих від проходів. Ширина проїздів устанавлюється в залежності від виду транспорту, який використовується, з урахуванням радіуса його повороту. Для ремонту і обслуговування відстань від обладнання до стін повинна бути не менше 0,7 м. Зі стаціонарних площадок і сходів обслуговується наступне устаткування (майданчик головок та башмаків норій, сепаратору).

Нормування показників мікроклімату наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Припустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні опалювальних виробничих приміщень у холодний та перехідний період року [43]

Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %, не більше	Швидкість руху повітря, м/с, не більше	Температура повітря поза постійних робочих місць, °С
15-21	75	0,4	13-24

Для забезпечення чистоти повітря у робочій зоні (норма ГДК – 4,0 мг/м<sup>3</sup>) проектом передбачені наступні заходи:

- раціональне розміщення обладнання з можливістю зручного і безпечного обслуговування і ремонту;
- механізація й автоматизація виробничих процесів – всі процеси механізовані й автоматизовані. Вручну здійснюється очищення верхніх площин сит сепаратора, очистка живлячих механізмів, очищення 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, сепаратор, конвеєри);
- графік прибирання пилу (2 рази на день);
- засоби індивідуального захисту: респіратори, рукавиці, взуття, захисні костюми, каски.

Допустимі значення показників шуму і вібрації [44]:

- шум (рівень звуку) – 85 дБа;
- вібрація (віброшвидкості): сепаратор – не більше  $0,2\text{м/с}\cdot 10^{-2}$ , норія – не більше  $1,3\text{м/с}\cdot 10^{-2}$ .

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації проектом 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, сепаратор, 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, сепаратор, конвеєри);
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці і відпочинку, медогляди).

Основні технічні заходи:

- використання фундаментів і віброізоляторів для віброактивного устаткування – головки норій, сепаратор, конвеєри, вентилятори;
- звукоізоляція (вентилятору аспірації);
- віброзвукопоглинання (облицювання, спеціальні звукопоглиначі);
- ізоляція віброактивного устаткування від технологічних комунікацій;
- використання глушників шуму [43-45].

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць роботою передбачене природне, штучне або суміщене освітлення. Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення», 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.

Кваліфікаційною роботою 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 проектом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок [49-51].

Роботою передбачене робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне освітлення.

Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках:

Освітленість (у Лк) ділянок відповідності до норм, наведених в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Норми електроосвітлення основних виробничих приміщень виробництв по зберіганню та переробці зерна

Приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при лампах	
		Розжарення	Газорозрядних
Поверх головок норій, поверх сепараторів	VIIIa	30	75
Інші поверхи робочої будівлі, надсилосний та підсилосний поверхи, приймальні пристрої, галереї, сушарка	VIIIб	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.

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, сепаратор, конвеєри, вентилятори);

- захисне відключення – відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні елементи;

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

- блокування – неможливість відкриття кришки обладнання без попередньої зупинки електродвигуна; написи, плакати («Обережно! Висока напруга», «Не вмикати: працюють люди!»), засоби індивідуального захисту

(діелектричні рукавиці, діелектричні калоші і боти, ізолюючі штанги, ізолюючі рукоятки, діелектричні килимки).

Приміщення підприємства за категорією пожежовибухонебезпеки наведені у табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Категорії та класи виробництв за пожежовибухонебезпекою

№ п/п	Назва будівель та споруд	Категорія за пожежовибухонебезпекою	Клас за пожежовибухонебезпекою 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 дипломному проекті забезпечується наступними заходами та засобами:

- встановлення блискавкозахисту на будинках і спорудах;
- захист електричних мереж у виробничих приміщеннях від короткого замикання і перевантажень;
- передбачення наступних типів вогнегасників (для приміщень з граничною захищеною 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; пожежні відра; совкові лопати; пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири) (біля входу в робочу башту елеватору, зерносушарного комплексу, вузла приймання зерна з автотранспорту).

Перелік обладнання, яке захищене вибухорозрядними або точковими фільтрами вказане в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Перелік обладнання, яке захищене вибухорозрядними або точковими фільтрами

№ п/п	Назва обладнання	Назва будівлі	Поверх установки
1	Основні норії	Робоча башта	Поверх головок норій

За технологічним рішенням на підприємстві не передбачено магнітний захист.

## РОЗДІЛ 8

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА РОБОТИ

#### 8.1 Стан питання

Агропромисловий комплекс (АПК) України є цілісною виробничо-економічною системою, що об'єднує сільськогосподарські, промислові та наукові галузі для забезпечення продовольчої безпеки та експортного потенціалу країни. Головним засобом виробництва в АПК є земля, а ефективне використання сільськогосподарських угідь, водних і трудових ресурсів визначає соціально-економічний розвиток держави. Важливим завданням комплексу є створення сучасної технічної бази для зберігання та переробки сировини, що дозволяє досягати високих економічних показників і виходити на світові ринки.

Агропромисловий комплекс (АПК) України є стратегічною виробничо-економічною системою, що об'єднує сільськогосподарські, промислові та наукові галузі. На сьогодні АПК використовує до 95 % сільськогосподарських угідь, близько 50 % водних та 30 % трудових ресурсів країни. У секторі зосереджено понад 30 % основних фондів та залучається до 15 % загальнонаціональних інвестицій. Характерною особливістю структури угідь є надзвичайно висока частка ріллі – близько 78 % (32,4 млн га), тоді як пасовища займають 11,4 %, сінокоси – 5,1 %, а багаторічні насадження – 2,7 % [52-53].

Сучасний експортний потенціал галузі значно зріс і наразі забезпечує близько 60 % загального товарного експорту України, що є критично важливим для валютної стабільності. Головним завданням АПК залишається нарощування обсягів виробництва, гарантування продовольчої безпеки та інтеграція у світовий ринок через створення сучасних об'єктів переробки та зберігання.

Найбільше розорані сільськогосподарські угіддя в Лісостеповій зоні, а найменше – на Поліссі, де майже третину площ сільськогосподарських угідь займають природні кормові угіддя.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.			<i>Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-416		

Сучасний аграрний сектор є ключовим рушієм економіки, забезпечуючи понад 50% загального товарного експорту України. Попри значний потенціал, галузь стикається з викликами: уповільненням реформ, зниженням інвестицій та руйнуваннями, спричиненими війною. Проте адаптація підприємств до ринкових умов та інтеграція в європейський простір створюють умови для поступового відновлення [54].

На рисунку 8.1 наведено структуру сільськогосподарських угідь



Рис. 8.1 – Структура сільськогосподарських угідь

Структурно АПК України поділяється на чотири сектори (рис.8.2):

- Фондоутворюючий: виробництво сільськогосподарської техніки та будівництво об'єктів.
- Сільське господарство: центральна ланка, що включає рослинництво і тваринництво.
- Переробний: харчова промисловість та компанії, що спеціалізуються на зберіганні та реалізації готової продукції.
- Інфраструктурний: логістика, енергопостачання, зв'язок, а також профільна освіта й наука.

Важливою складовою цієї структури є розвиток сучасних потужностей для зберігання продукції. Прикладом такої інфраструктури є проєктоване фермерське зерносховище на ділянці 2,0 га. Майданчик розташований поблизу магістральних шляхів, має рівний рельєф (ухил 0,001–0,003) та сприятливі гідрогеологічні умови

для будівництва підземних галерей. Генеральний план передбачає зонування на виробничу, складську та підсобну частини, що забезпечує пряму поточність руху зерна від приймання до відпуску. При розміщенні споруд враховано розу вітрів для дотримання 100-метрової санітарної зони від житлової забудови.



Рис. 8.2 – Сектор АПК за функціональною роллю

## 8.2 Мета і завдання роботи, об'єкти і методи досліджень

Мета роботи: провести дослідження урожайності зернових культур в Харківській області.

Об'єкт дослідження: зерновий сектор Харківської області.

Завдання роботи: дослідити географічне розташування, кліматичні умови, чисельність населення, земельні ресурси Харківської області, а також урожайність зернових культур та зернового сектору агропромислового комплексу досліджуваної області.

## 8.3 Результати досліджень

### 8.3.1 Географічне розташування Харківської області

Харківська область (Харківщина) – область на Сході України.

Розташована в етнокультурному регіоні Слобідська Україна, в межах Придніпровської низовини.

Обласний центр – місто Харків.

Харківська область розташована на сході України. Вона межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською, Сумською областями України, а також з Белгородською областю росії (рис. 8.3).



Рис. 8.3 – Географічне розташування Харківської області

Після місцевих виборів 2020 року і створення нових районних рад частково, з нового бюджетного року та зі створенням нових райдержадміністрацій з 1 січня 2021 року запрацював новий адміністративний поділ на 7 районів (Богодухівський, Ізюмський, Берестинський, Куп'янський, Лозівський, Харківський та Чугуївський райони. До 17 липня 2020 року до складу Харківської області входило 27 районів.

Площа Харківської області – 31,4 тис. км<sup>2</sup> (5,2 % площі території України).

Протяжність з півночі на південь – 210 км, зі сходу на захід – 220 км.

Населення – 2 633 834 особи, в тому числі міського 1 680 899 осіб і сільського 952 935 осіб.

Густота населення – вище середньої по країні, 83,84 особи на км<sup>2</sup> [55-58].

Область розташована у північно-східній частині Придніпровської низовини. Рельєф області є хвилястою рівниною з легким нахилом в південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дона) напрямках. Територія розмежована річковими долинами, ярами та балками. У

північно-східну частину області заходять відроги Середньоруської височини, а в південну – відроги Донецького кряжа. Басейн Дону становить 75 % території області, басейн Дніпра – 25 %. Найвища точка області розташована на південь від села Довгеньке Ізюмського району з позначкою 242,9 метрів, хоча помилково вважають, що найвища точка області розташована біля села Лютівка Богодухівського району, але її висота 236,5 метрів.

Серед ґрунтів переважають чорноземи типові (39,44 %), звичайні глибокі (34,56 %), звичайні (11,68 %), опідзолені (3,37 %), сірі лісові (1,44 %).

Ліси і кущі займають лише 11 % території області, і розташовані вони переважно у річищах річок на високих правих берегах.

На рис. 8.4 наведено прапор та герб Харківської області.

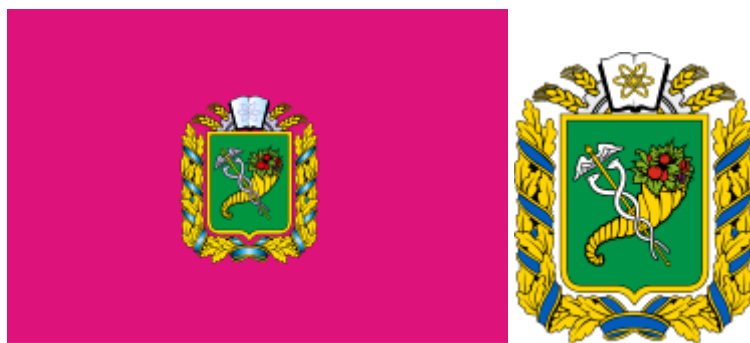


Рис. 8.4 – Прапор та герб Харківської області

За загальним природно-ресурсним потенціалом Харківська область посідає 5-те місце в Україні, її мінерально-сировинна база складається на 28,5 % з паливно-енергетичних корисних копалин (нафта, газ, конденсат, кам'яне вугілля), на 53,4 % із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решту (18,1 %) становить сировина кольорових металів, прісні мінеральні підземні води.

Станом на 2020 рік на території регіону на території Харківської області обліковується 78 родовищ природного газу, балансові запаси становлять 317,860 млрд м<sup>3</sup> (39,51 % запасів в Україні). Розробляються 47 родовищ природного газу, балансові запаси становлять 311,827 млрд м<sup>3</sup> (38,76 % запасів

в Україні). Найбільші серед них – Шебелинське, Хрестищенське, Єфремовське, Кегичівське.

На території області обліковується 26 родовищ нафти, балансові запаси становлять 4,289 млн тонн (4,29 % запасів в Україні). Розробляються 19 родовищ, балансові запаси становлять 4,206 млн тонн (4,21 % запасів в Україні). Кількість родовищ конденсату на території області становить 69, балансові запаси становлять 8,801 млн тонн (22,12 % запасів в Україні)

На території області існує 8 родовищ бурого та кам'яного вугілля (0,72 % всього в Україні) та 2 родовища торфу (0,29 % всього в Україні), Єфремовське родовище солі (6,67 % всього в Україні), 3 родовища формувальних пісків (Гусарівське, Вишнівське та Благодатне, 14,29 % всього в Україні); 22 родовища сапропелі (7,14 % всього в Україні), 1 родовище фосфориту (11,11 % всього в Україні), 1 родовище сировини для мінеральних фарб (10 % всього в Україні), 1 родовище піску кварцового (25 % всього в Україні), 5 родовищ сировини цементної (8,2 % всього в Україні), 12 родовищ крейди (17,65 % всього в Україні).

Харківська область має низьку забезпеченість водними ресурсами – 1,8 % загальних водних ресурсів України. Водні ресурси Харківської області мають поверхневі (річки, озера, штучні водойми) та підземні води. Територією області протікає 867 річок загальною протяжністю 6 405 км, з них довжиною більше 10 км – 172 річки.

75 % водних ресурсів області припадає на басейн річки Дон<sup>[12]</sup>. Найбільшою річкою області є Сіверський Донець – найбільша річка Лівобережної України (загальна довжина – 1053 км, довжина на території області – 375 км). Сіверський Донець починається в Росії у районі міста Білгород, протікає територією Харківської, Донецької, Луганської областей і впадає в Дон у Ростовській області. Основні притоки на території Харківської області – річки Оскіл, Уди, Берека, Харків, Лопань, Сухий Торець, Балаклійка, Вовча, Великий Бурлук тощо.

Друга група річок – це дрібні степові річки, що майже висихають влітку і течуть від центра області на південь. Усі вони є притоками Дніпра – Багата, Орель, Орчик, Самара тощо. Третя група дрібних річок тече серед луків та лісів на північному заході області (Коломак, Мерло та ін.). Вони також належать до басейна Дніпра, але впадають у Ворсклу. Таким чином, на території Харківської області проходить вододіл великих водних систем Європи: Дніпра і Дону. Цей вододіл іде умовно уздовж лінії Золочів – Богодухів – Валки – Нова Водолага – Первомайський – Лозова, а його особливістю є відсутність високих гір, численні мілини на річках. Саме наявність такого вододілу визначила історичні шляхи руху народів і військ через територію Харківської області, наприклад, відомий Муравський шлях з Криму в Україну.

В області є 583 озера, збудовано 57 водосховищ і 2 тис. 538 ставків.

В області є чимало лісових озер (поблизу Змієва, Чугуєва, Балаклії), які здебільшого зв'язані з руслами річок. Найбільше озеро – Лиман – лежить недалеко від міста Зміїв. Навколишня краса лісів і лук, чиста вода самих озер роблять їх одним з місць відпочинку та об'єктом туризму.

В області є декілька штучних водосховищ, каналів. Руслами річок Орель та інших степових річок під землею та по поверхні проходить через область канал «Дніпро – Донбас», на якому є найбільше в області водосховище – Краснонопавлівське, що входить до системи водопостачання населення та промисловості, зрошення полів області.

На берегах Сіверського Дінця та інших річок розкинулись чудові ліси та заливні луки. У лісах ростуть дуби, сосни, осики, верби та інші дерева; живуть чимало зайців, птахів, інших різних тварин та комах; зустрічаються численні види грибів, трав, квітів.

Басейн Сіверського Дінця є важливим рекреаційним та туристичним регіоном Харківської області, уздовж якого розмістилось безліч будинків відпочинку, готелів, ресторацій та інших об'єктів інфраструктури. Досить багато з них було засновано в останні роки, тому вони відповідають

європейським стандартам охорони довколишнього середовища. Це, у свою чергу, не лише позитивно впливає на ситуацію в курортних районах, але й приваблює відвідувачів.

Територія області лежить у зонах степу та лісостепу. Степ займає по площі більшу частину території області. Раніше його покривала різнотравно-типчакowo-ковилова рослинність, але згодом він був розораний та засіяний сільськогосподарськими культурами. По балках і ярах посаджені байрачні ліси, а на піщаних терасах річок поширені соснові та сосново-дубові ліси.

Основні лісові масиви лежать на північному заході області. Загальна площа лісів та інших лісовкритих площ області – 419,4 тис. га (12,1 % загальної площі). За показником лісистості Харківщина посідає 15 місце серед регіонів України.

Основні лісові породи – дуб та сосна. Також у лісах поширені ялина, липа, клен, ясен. На достатньо вологих ґрунтах ростуть береза, вільха, верба, осика, тополя. У лісах чимало дикоростучих плодovих дерев – яблунь, груш

Місцевість у міжріччях хвиляста, з пологими підйомами та спусками, багато дивовижних пейзажів: безмежні поля, пагорби та височини з гаями. У зелені дерев та кущів ховаються вулиці міст і сіл. Є лісонасадження уздовж доріг і навколо полів. Багаті чорноземи області утворились, зокрема, у XIII–XVIII століттях завдяки наявності неораної території так званого «Дикого поля». За кожні 100 років у середньому нарощувалось 25 см благодатного ґрунту.

У лісах водяться вепри, благородні олені, лосі, сарни. З хижаків зустрічаються лисиця, ласка, куниця, єнот уссурійський, вовк, лісовий тхір, горностай. Серед лісових гризунів поширені вивірки, лісові соні, жовтогруді миші, підземні та руді лісові полівки. На території області водиться велика кількість видів птахів

У річках водиться чимало видів риb: щука, карась, товстолобик тощо. В області є також зариблені озера та ділянки риборозведення. А уздовж берегів

річок простяглися численні пляжі, чарівні місця, наприклад, урочище Коробові Хутори, Фігуровка, місця поблизу населених пунктів Балаклія, Гороховатка, Зміїв, Ізюм, Оскіл, Донець.

Бальнеологічні ресурси представлені мінеральною водою курорту «Березовські мінеральні води» під Харковом.

### **8.3.2 Кліматичні умови та ґрунти Харківської області**

Клімат – помірно континентальний. Середня температура у січні –  $-7^{\circ}\text{C}$ , а у липні –  $+21^{\circ}\text{C}$ .

Зима помірно м'яка, з переважанням хмарних, помірно морозних погод. Сніговий покрив утримується до 110 днів.

Літо тепле, сонячне, сухе. Опадів від 400 до 650 мм на рік, головним чином в квітні – жовтні. На рік у середньому припадає 1750 годин сонячного сяйва.

Влітку переважають західні вітри, в інші пори року – східні і північно-східні [55-58].

На території області зустрічаються понад 150 різновидів ґрунтів. Найбільшу площу займають чорноземи звичайні та типові. Найбільша розмаїтість ґрунтів характерні для лісостепової частини області. Найродючішими ґрунтами області є чорноземи типові та опідзолені чорноземи. Середній вміст гумусу ґрунтів області дорівнює 6 %. Значна частина ґрунтів Харківщини зазнала антропогенного впливу через використання їх у сільськогосподарській діяльності. Вплив ерозії ґрунтів охоплює 41 % площі сільськогосподарських угідь Харківщини.

### **8.3.3 Чисельність населення Харківської області**

Адміністративний центр області – місто Харків.

У складі області:

районів – 7;

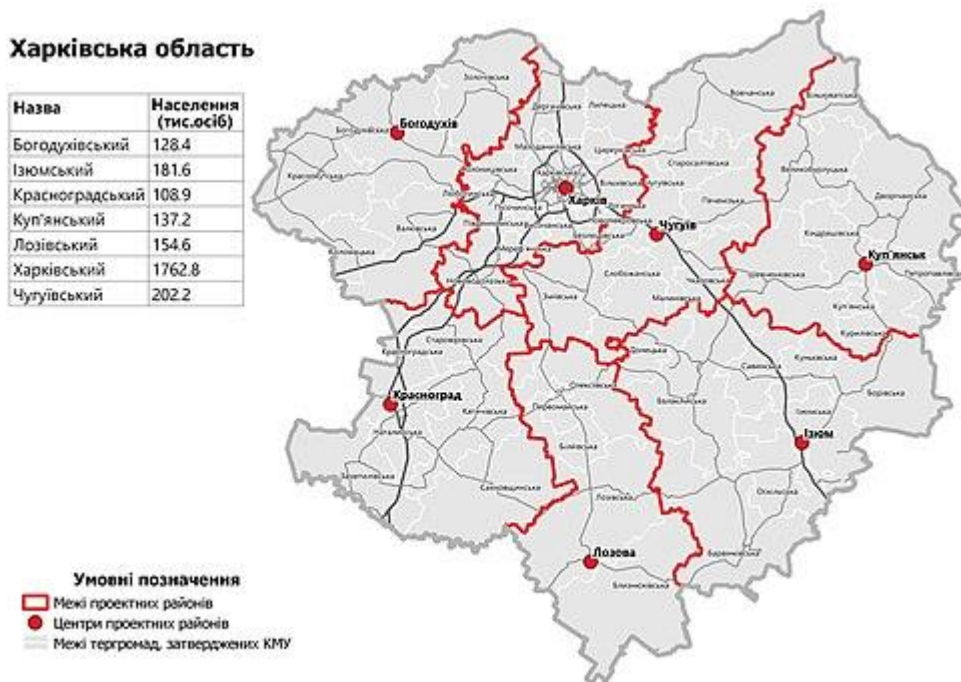
районів у містах – 9;  
 населених пунктів – 1755, в тому числі:  
 міського типу – 68, в тому числі:  
 міст – 17, в тому числі:  
 міст обласного значення – 7;  
 міст районного значення – 10;  
 селищ – 200;  
 сільського типу – 1677, в тому числі:  
 сіл – 1538.

У системі місцевого самоврядування:

- районних рад – 27;
- міських рад – 17;
- селищних рад – 60;
- сільських рад – 381.

Станом на 1 січня 2017 року чисельність наявного населення в Харківській області становить 2 701 188 осіб.

За даними Головного управління статистики у Харківській області на 1 лютого 2022 року в області мешкало 2596250 осіб (рис. 8.5) [55].



### **8.3.4 Характеристика економіки, сільського господарства та промисловості Харківської області**

Область відрізняється високим рівнем розвитку економіки, що обумовлено вигідним економіко-географічним положенням (близькість вугільно-металургійної бази Донбасу та Придніпров'я стимулювало розвиток машинобудування і металообробки, сусідство високорозвинених районів Росії — Центрально-чорноземного, Південно-Західного і Південного – визначило розвиток підприємств агропромислового комплексу) і достатньо багатим набором власних сировинних ресурсів. Останні дозволяють розвивати паливно-енергетичну, хімічну промисловість, скляне і фарфоро-фаянсове виробництво, виробництво будматеріалів.

Умовно область можна поділити на три промислових райони: Центральний, Східно-Харківський і Південно-Харківський. Центральний (Харків та прилеглі до нього райони) відрізняється високим рівнем спеціалізації і концентрації промисловості, тут склався комплекс енергетичного, електротехнічного, транспортного і сільськогосподарського машинобудування. Східно-Харківський район зосереджений навколо Куп'янська. Основні галузі промисловості – транспортне і сільгоспмашинобудування. Розвинені в цьому регіоні харчова і легка промисловість, виробництво будматеріалів і устаткування для цукрової промисловості. Південно-Харківський район має великі газові родовища – Шебелинське, Єфремівське, Крестищенське та інші. Міста району спеціалізуються на машинобудуванні, хімічній промисловості і виробництві будматеріалів.

Структура сільськогосподарських угідь: рілля становить 61,3 %, пасовища – 9,8 %, сіножаті – 3,8 %

Структура посівних площ: зернові культури становлять 49 %, кормові – 25 %, технічні – 17 %, овочі та картопля – 9 %.

Головні сільськогосподарські культури: кукурудза, соняшник, пшениця, кормові трави, цукровий буряк, ячмінь та ін. Розвинене садівництво (вишні, груші, сливи, яблука тощо).

У тваринництві розвинуте скотарство, птахівництво, вівчарство, конярство та бджільництво

На початок 2022 р. у господарствах усіх категорій Харківської області налічувалось 134,2 тис. голів великої рогатої худоби (у тому числі 65,2 тис. корів), 157,1 тис. свиней, 47,6 тис. овець та кіз, 6,3 млн голів птиці свійської. У січні–грудні 2021 р. у господарствах усіх категорій виробництво м'яса (у живій масі) склало 104,2 тис. т, молока – 427,1 тис. т, вовни – 46 т, яєць птиці свійської – 481,0 млн. шт.

Потужні промислові підприємства у Балаклії (виробництво цементу та будівельних матеріалів), Ізюмі (приладобудування, оптика), Змієві (виробництво електроенергії), Лозовій, Куп'янську, Чугуєві (машинобудування та металообробка).

Розвинена переробна та харчова промисловість, які орієнтовані на місцеве сільське господарство.

Цементно-шиферний завод в Балаклії – один з найбільших в Європі, Ізюм відомий як центр виробництва окулярної оптики. Розвинені тут також легка та харчова промисловості.

Рівень газифікації Харківської області (на середину 2009 року) – 68,8 %, міст та селищ – 80,8 %, сіл – 51,9 %.

### **8.3.5 Характеристика зернового сектору АПК Харківської області**

Зібрана площа зернових культур за чотири роки у Харківській області наведена в табл. 8.3 [59].

Сільгоспкультури Харківщини дали майже 1,8 млн тонн зерна.

Станом на 1 жовтня 2025 року в Харківській області зібрали 1,78 млн тонн зернових і зернобобових культур.

Попри обмеження через війну, середня врожайність у регіоні зроста порівняно з минулим роком.

Аграрії області засіяли 1,394 млн гектарів, що на 0,3% більше, ніж у 2024 році, однак фактично обробляли лише близько 70% земель через бойові дії.

Зокрема, по культурах зібрано:

Пшениці – 352,3 тис. га, намолочено 1,257 млн тонн, урожайність 35,7 ц/га;

Ячменю – 66,6 тис. га, намолочено 203,7 тис. тонн, урожайність 30,6 ц/га;

Кукурудзи – 56,1 тис. га, намолочено 210,5 тис. тонн, урожайність 37,5 ц/га;

Гороху – 24,7 тис. га, намолочено 69,3 тис. тонн, урожайність 28,1 ц/га;

Жита, вівса, гречки, проса – площі та врожаї варіюються.

Технічні культури показали різні результати у 2025 році в Харківській області:

Соняшник – 394,3 тис. га, намолочено 740 тис. тонн, урожайність 18,8 ц/га;

Соя – 35,8 тис. га, намолочено 69,8 тис. тонн, урожайність 19,5 ц/га;

Ріпак – 3,1 тис. га, намолочено 10,7 тис. тонн, урожайність 35 ц/га.

За прогнозами на 2025/2026 маркетинговий рік, виробництво зернових та зернобобових у Харківській області може досягти 2,2 млн тонн, що забезпечить потреби регіону, частково інших областей та експорту.

В таблиці 8.1 наведено зібрану площу зернових культур за п'ять років у Харківській області (господарства усіх категорій), а на рис. 8.6 представлено динаміку зібраних площ за 2021-2025 рр.

Таблиця 8.1 – Зібрана площа зернових культур за п'ять років у Харківській області (господарства усіх категорій)

Культура	Зібрана площа, га				
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Пшениця	589365	352084	227778	363891	351113
Кукурудза	286769	127749	177233	207285	184969
Ячмінь	136135	70990	85066	62556	65448
Соя	23345	15551	38271	93627	41502

Ріпак	3681	Дані не оприлюднені	23595	2634
Соняшник	581974	303679	458038	479600

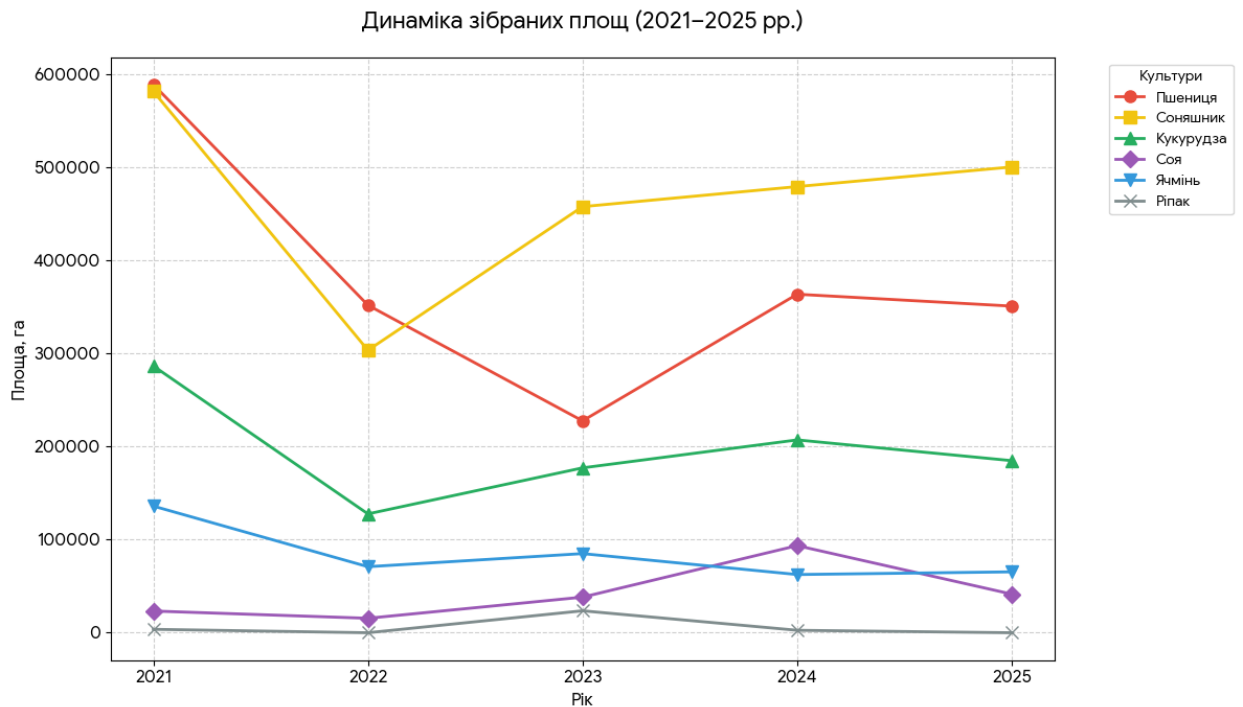


Рис. 8.6 – Динаміка зібраних площ за 2021-2025 рр

Як видно з таблиці 8.1 та з рис. 8.6 стрімке падіння зібраних площ культур у 2022 році чітко відображає початок повномасштабного вторгнення та втрату контролю над частиною територій.

Починаючи з 2023 року, площі під соняшником стабільно зростають, і у 2025-му він стає беззаперечним лідером.

Видно аномальне зростання площ під соєю (майже у 2.5 рази порівняно з 2023 роком), після чого у 2025-му відбулася корекція.

Що стосується соняшнику, то після мінімуму у 2023 році ця культура показує ознаки стабілізації на рівні 350-360 тис. га.

На рис. 8.7 наведено дані зібраної площі в досліджуваній області за культурами (станом на 2025 рік).

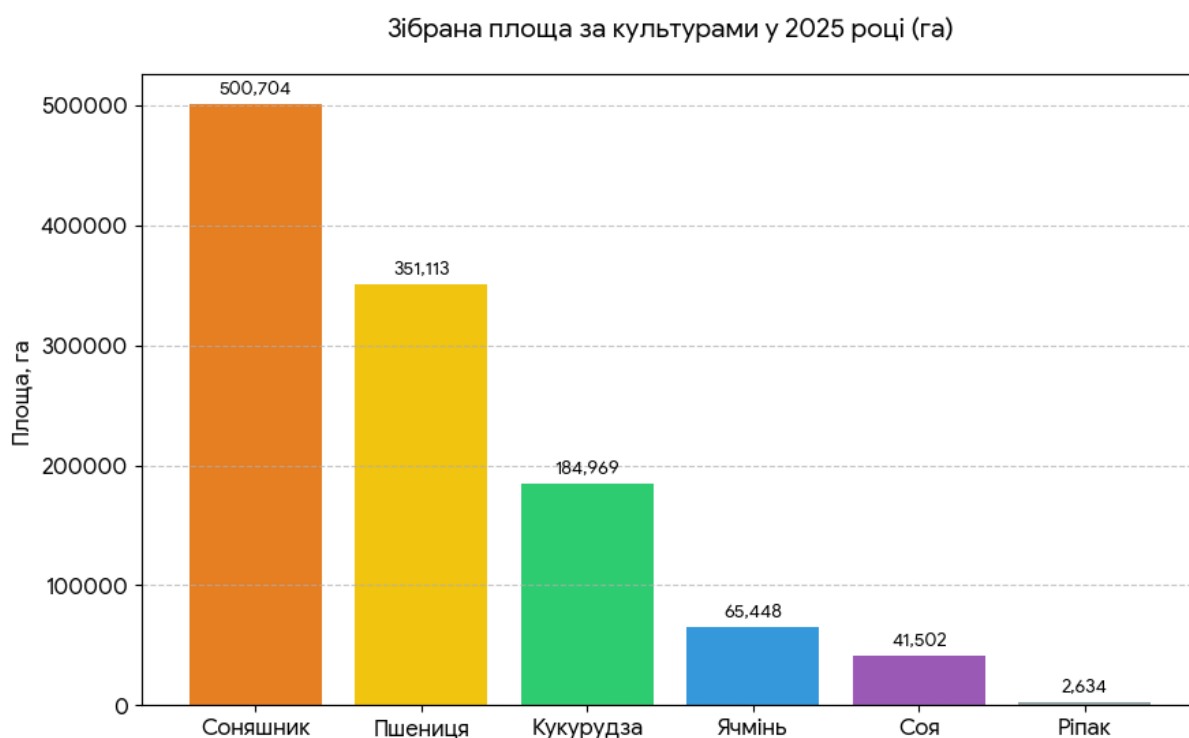


Рис. 8.7 – Зібрана площа за культурами в Харківській області, у 2025 році

Дані представлені на рис. 8.7 показують, що соняшник значно випереджає інші культури, перевищуючи площу пшениці майже на 150 тисяч гектарів.

В таблиці 8.2 представлені дані урожайності зібраної площі та обсягів виробництва (валовий збір) в Харківській області за культурами у 2025 р.

Таблиця 8.2 – Дані урожайності зібраної площі та обсягів виробництва (валовий збір) в Харківській області за культурами у 2025 р.

Культура	Показники	
	Урожайність, ц з 1 га зібраної площі	Обсяги виробництва (валовий збір), т
Пшениця	35,7	1255210
Кукурудза	40,1	742200
Ячмінь	30,4	199057
Соя	18,4	76479
Ріпак	32,9	8667
Соняшник	19,4	971634

На рис. 8.8 наведено обсяги виробництва (валовий збір) у Харківській області у 2025 році, тонн

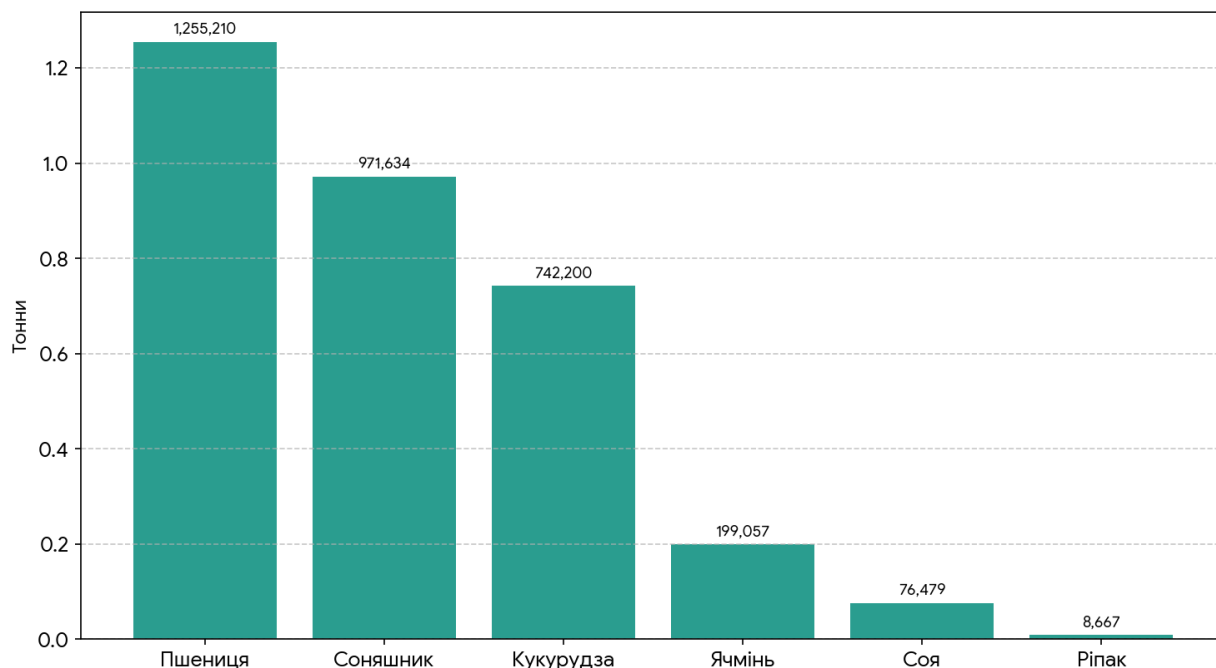


Рис. 8.8 – Обсяги виробництва (валовий збір) у Харківській області у 2025 році, тонн

На рис. 8.9 показана порівняльна урожайність культур у Харківській області у 2025 році (ц/га). Ця діаграма демонструє порівняльну ефективність вирощування кожної культури з розрахунку на один гектар.

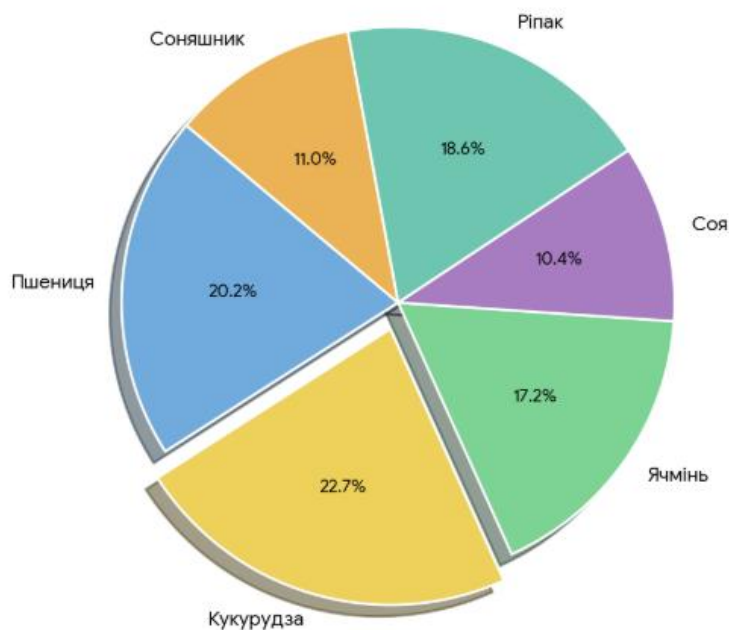


Рис. 8.9 – Порівняльна урожайність культур у Харківській області у 2025 році (ц/га)

Дані представлені на рисунку 8.9 показують, що основну частку займають дві зернові культури — кукурудза (22,7%) та пшениця (20,2%). Сумарно вони охоплюють майже половину (42,9%) усіх досліджуваних площ, що підтверджує їхню роль як ключових експортних та продовольчих культур.

Ріпак займає третє місце з показником 18,6%, що вказує на його високу рентабельність та затребуваність на зовнішніх ринках. Ячмінь також утримує значну частку — 17,2%.

Другорядні культури: Найменші сектори діаграми належать соняшнику (11,0%) та сої (10,4%). Це може свідчити про вузьку спеціалізацію господарства або специфічні сівозміни, де ці олійні культури не є домінуючими.

Сільськогосподарське виробництво є досить диверсифікованим, оскільки жодна з шести культур не має абсолютної переваги (понад 25%), що дозволяє знижувати економічні ризики при коливанні цін на окремі види продукції.

### 8.3.6 Характеристика підприємств елеваторної галузі, які знаходяться у Харківській області

Перелік елеваторів Харківської області, станом на 21.02.2026 рік наведено в табл. 8.3

Таблиця 8.3 – Перелік елеваторів в Харківській області [60].

Компанія	Місцезнаходження	Одночасне зберігання, т
Губарівська ділянка, Гутянський елеватор	Богодухівський район	169700
Савінський елеватор	Балаклійський район	146500
Сахновщинський елеватор	Сахновщинський район	124400
Граківський елеватор	Чугуєвський район	117000
Білоколодезький елеватор	Вовчанський район	104800
Власівський Мірошник	Нововодолазький район	85000
Хлібна база №85	Барвінковський район	82800
Орільський елеватор	Лозовський район	65000
Степовий елеватор Балаклія	Балаклійський район	60000
Великобурлуцький елеватор	Великобурлуцький район	60000
Дворічанський елеватор	Дворічанський район	54200
Новопокровський КХП	Чугуєвський район	54000
Гутянський елеватор	Лозовський район	48500
Краснопавлівський елеватор	Лозовський район	48500
Ізюмський КХП	Ізюмський район	44300
Балаклійське ХПП	Балаклійський район	42700
Близнюківський КХП	Близнюківський район	42540
Зачепилівське ХПП	Зачепилівський район	42500
Шевченківський елеватор	Шевченківський район	42300
Рома КПФ (Первомайськ-Агро)	Первомайський район	42000
ФГ Строгого А.Ф.	Зміївський район	40000
Коломакське ХПП	Коломакський район	40000
Елеватор Лан	Нововодолазький район	40000
Орельський елеватор	Лозовський район	39900
Золочівське ХПП	Дергачівський район	38100
Богодухівське ХПП	Богодухівський район	37700
Великобурлуцьке ХПП	Великобурлуцький район	36000

Лихачевський елеватор - Кернел	Близнаківський район	35500
Барвінкове-Агро, ТОВ (м. Барвінкове)	Барвінковський район	34200
Лозівське ХПП	Боровський район	32000
Водянське ХПП	Краснокутський район	31800
Красноградський елеватор	Красноградський район	29000
Самойлівський елеватор	Близнаківський район	28500
Кегичівське ХПП	Кегичівський район	28200
Ков'ягівський КХП	Валківський район	26100
Борова-Агро	Боровський район	25900
Куп'янський КХП	Куп'янський район	25600
Агрінгруп (Барвінківський елеватор)	Барвінковський район	25083
Агрокомбінат Слобожанський	Чугуївський район	25000
Елеватор Явір	Краснокутський район	25000
Вовчанський КХП	Вовчанський район	23900
Іванчуківське ХПП	Ізюмський район	23000
Агрофірма Подольєвська	Близнаківський район	22000
Елеватор Ков'ягівське	Валковський район	22000
Лихачівський елеватор	Первомайський район	20000
Андріївське ПСП	Ізюмський район	19700
Лозівський елеватор	Близнаківський район	19000
Куп'янський комбикормовий завод	Куп'янський район	18500
Беспалівське ХПП	Зміївський район	18000
Зоря (Шиповате)	Великобурлуцький район	18000
Барвінкове-Агро (Гаврилівка)	Барвінковський район	17000
Козачолопанський елеватор	Дергачівський район	15000
Гусинський елеватор	Куп'янський район	13500
НЗК, ТОВ (філія Андріївське ХПП)	Балаклійський район	12300
Нововодолазький ХПП	Нововодолазький район	11800
Агрофірма Піщанська	Красноградський район	11500
Богодухівський ККЗ	Богодухівський район	11000
Дергачі-Агро	Дергачівський район	10000
Терра (Первомайський)	Первомайський район	10000
Альянс ФГ	Зміївський район	10000
Гутянський елеватор, ТОВ (Великобурлуцька дільниця №2)	Великобурлуцький район	8000
Куп'янський КХП (Кислівка)	Куп'янський район	7500
Золотий колос ТД, ДП ДАК	Сахновщинський	7000

	район	
Харківський КХП №2	Сахновщинський район	7000
Куп'янськ Агро елеватор	Куп'янський район	5000
Агроком Нова Водолага, ТОВ	Нововодолазький район	3500
Альфа елеватор	Золочівський район	3000
Біком елеватор	Чугуївський район	3000
САНЛАЙТ - Буди	Харківський район	0
Комбікормовий завод "Олімп"	Вовчанський район	0
Олімп	Харківський район	0
САНЛАЙТ - Харків	Харківський район	0
Санлайт - Основа	Харківський район	0
Сільпром - Мерефа	Харківський район	0
Барвінківський КХП	Барвінковський район	0
Агросінергія (Чугуївський МЕЗ)	Чугуївський район	0

У Харківській області функціонує 76 діючих елеваторів (станом на 21 лютого 2026 р.). Їх розміщення по районах області є майже рівномірним, за винятком кількох районів. Зокрема, у Барвінковському, Близнюківському, Куп'янському, Харківському та Чугуївському районах зосереджено по 5 елеваторів, у Балаклійському, Великобурлуцькому, Лозовському та Нововодолазькому районах - по 4 елеватори. Це забезпечує ефективну переробку та зберігання зернових культур, що має велике значення для аграрної економіки регіону (табл. 8.10, рис. 8.10) [60].

Таблиця 8.4 – Розміщення елеваторів в районах Харківської області

Район	Кількість елеваторів
Балаклійський район	4
Барвінковський район	5
Близнюківський район	5
Богодухівський район	3
Боровський район	2
Валковський район	2
Великобурлуцький район	4
Вовчанський район	3
Двуречанський район	1
Дергачівський район	3

Зачепилівський район	1
Зміївський район	3
Ізюмський район	3
Кегичівський район	1
Коломакський район	1
Красноградський район	2
Краснокутський район	2
Куп'янський район	5
Лозовський район	4
Нововодолазький район	4
Сахновщинський район	3
Харківський район	5
Чугувський район	5
Шевченківський район	1
Первомайський район	3
Золочівський район	1

Оскільки в Харківській області 26 районів, для кращого аналізу було згруповано райони за часткою, яку вони займають у загальній кількості елеваторів області (всього 76 одиниць).

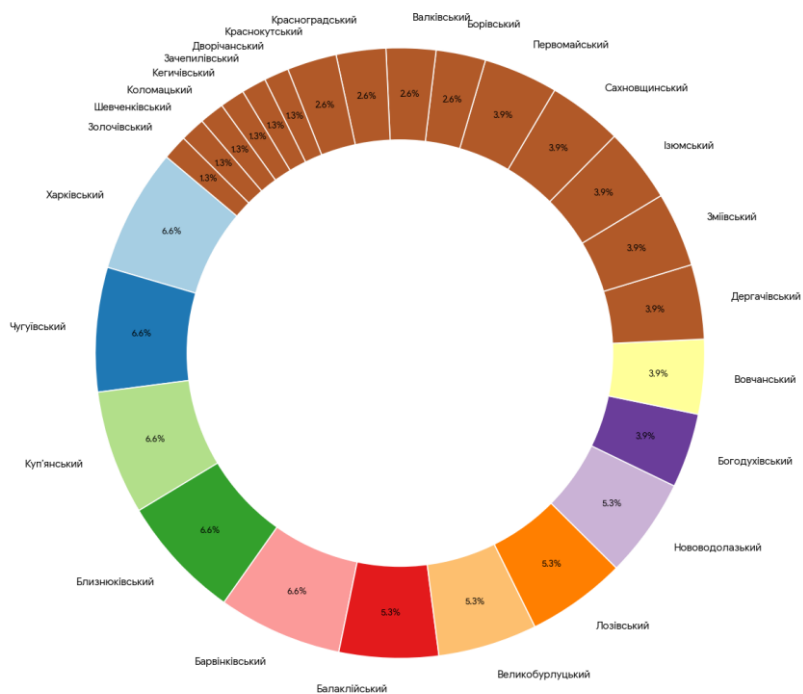


Рис. 8.10 – Розподіл часток елеваторної потужності за районами Харківської області

За даним показаними на рисунку 8.10 встановлено, що п'ять районів (Харківський, Чугуївський, Куп'янський, Близнюківський та Барвінківський) володіють найбільшими частками — по 6,6 % кожен. Разом вони концентрують третину всього ринку елеваторних послуг області.

Райони з 4 елеваторами (Балаклійський, Лозівський та ін.) займають по 5.3% ринку. Це зони з помірною конкуренцією, де ринок вже поділений між кількома великими гравцями.

Зони з низьким покриттям (найменші сектори): Райони як Золочівський, Шевченківський, Кегичівський тощо мають лише по 1.3% від загальної кількості елеваторів.

Якщо аналізувати потужності одночасного зберігання зерна в Харківській області, то більшість елеваторів мають не великі потужності. 16 елеваторів до 10 тис. т, 15 елеваторів 10...20 тис. т та 14 елеваторів 20...30 тис. т, 8 елеваторів 30...40 тис.т, 11 елеваторів – 40-50 тис. т., 5 елеваторів 50...80 тис.т., 2 елеватори 80...100 тис т (рис.8.11) [60]

Більше 100 тис. т одночасного зберігання мають лише 5 елеваторів:

Губарівська ділянка, Гутянський елеватор (169700 т), Савінський елеватор (146500 т), Сахновщинський елеватор (124400 т), Граківський елеватор (117000 т), Білоколодезький елеватор (104800 т) [60].

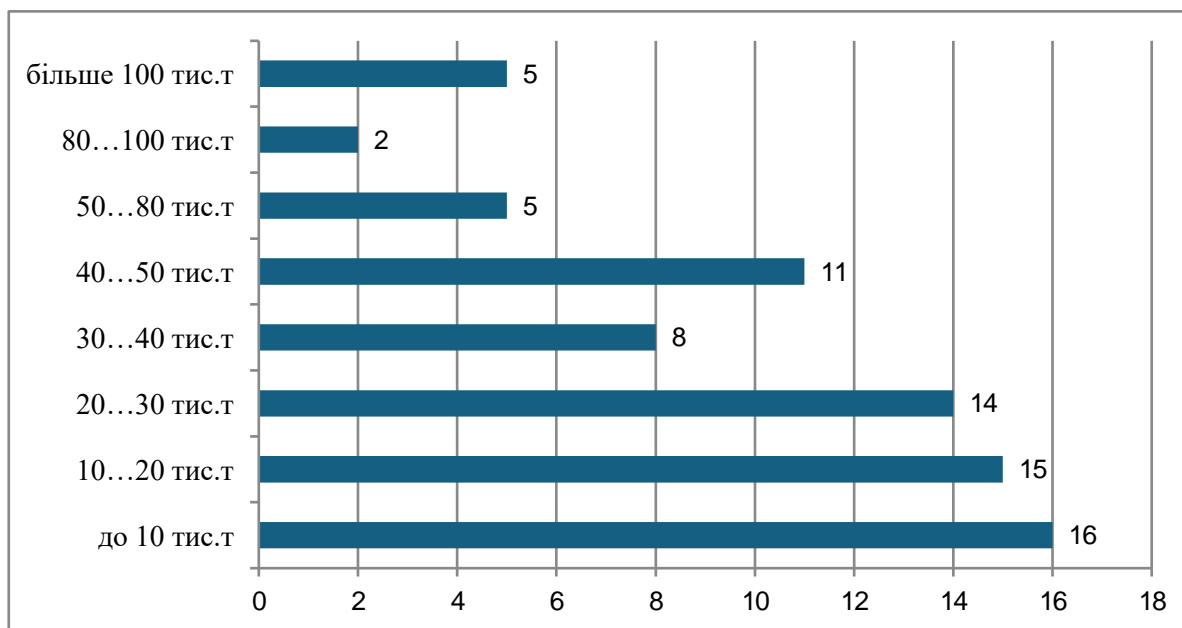


Рисунок 8.11 – Кількість елеваторів у Харківській області за місткістю одночасного зберігання

### Висновки та рекомендації до розділу 8

Проведено дослідження урожайності зернових культур в Харківській області.

Досліджено географічне розташування, кліматичні умови, чисельність населення, земельні ресурси Харківської області, а також урожайність зернових культур та зернового сектору агропромислового комплексу досліджуваної області.

Станом на 1 жовтня 2025 року в Харківській області зібрали 1,78 млн тонн зернових і зернобобових культур.

Аграрії області засіяли 1,394 млн гектарів, що на 0,3% більше, ніж у 2024 році, однак фактично обробляли лише близько 70% земель через бойові дії.

По культурах:

Пшениці – 352,3 тис. га, намолочено 1,257 млн тонн, урожайність 35,7 ц/га;

Ячменю – 66,6 тис. га, намолочено 203,7 тис. тонн, урожайність 30,6 ц/га;

Кукурудзи – 56,1 тис. га, намолочено 210,5 тис. тонн, урожайність 37,5 ц/га;

Гороху – 24,7 тис. га, намолочено 69,3 тис. тонн, урожайність 28,1 ц/га;

Жита, вівса, гречки, проса – площі та врожаї варіюються.

Соняшник – 394,3 тис. га, намолочено 740 тис. тонн, урожайність 18,8 ц/га;

Соя – 35,8 тис. га, намолочено 69,8 тис. тонн, урожайність 19,5 ц/га;

Ріпак – 3,1 тис. га, намолочено 10,7 тис. тонн, урожайність 35 ц/га.

За прогнозами на 2025/2026 маркетинговий рік, виробництво зернових та зернобобових у Харківській області може досягти 2,2 млн тонн, що забезпечить потреби регіону, частково інших областей та експорту.

Представлено перелік елеваторів Харківської області станом на 2026 рік.

У Харківській області функціонує 76 діючих елеваторів (станом на 21 лютого 2026 р.). Їх розміщення по районах області є майже рівномірним, за винятком кількох районів. Зокрема, у Барвінковському, Близнюківському, Куп'янському, Харківському та Чугуївському районах зосереджено по 5 елеваторів, у Балаклійському, Великобурлуцькому, Лозовському та Нововодолазькому районах - по 4 елеватори.

Проаналізовано потужності одночасного зберігання зерна в Харківській області. Встановлено, що більшість елеваторів мають не великі потужності. 16 елеваторів до 10 тис. т, 15 елеваторів 10...20 тис. т та 14 елеваторів 20...30 тис. т, 8 елеваторів 30...40 тис.т, 11 елеваторів – 40-50 тис. т., 5 елеваторів 50...80 тис.т., 2 елеватори 80...100 тис т.

Останніми роками в зерновому господарстві України намітилася тенденція до нарощування обсягів виробництва, що дало Україні змогу повернутися на світовий ринок зернових у ролі одного з потужних виробників та експортерів зернових культур.

## РОЗДІЛ 9

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

#### 9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ( $Ч_p^o$ ) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ( $Ч_{TM}$ ):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (9.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при  $Ч_{TM} = 0,55$ ):

$$Ч_p^o = 11,4 \times 0,55 = 7 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ( $Ч_p^d$ ) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 7 \times 0,25 = 2 \text{ особи}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ( $Ч_p$ ) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (9.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проектуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 7 + 2 = 9 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників підприємства у табл. 9.1.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
Розробила	Канджа О.П.				Розробка проекту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Валевська Л.О.							
Консультант	Басюркіна Н.Й.							
Зав. кафедри	Макаринська А.В.							
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-416		

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуємого елеватору складає 7 чоловік.

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	9
Керівники, фахівці	20	3
ВСЬОГО	100	12

## 9.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують 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.

Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ( $O_{\text{РП}}$ ) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн,} \quad (9.4)$$

де  $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$  – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн;

$T_{\text{РП}}$  – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

### 9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проєкту зводимо у табл. 9.2. Зазначимо, що в даному проєкті нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного міні-елеватором у сільськогосподарських виробників.

Таблиця 9.2 – Обсяг реалізації послуг міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орп <sup>Н</sup> , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орп, тис. грн 4 = 2 x 3
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,4	-	-
- ранніх культур:	9,0		
- власного, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	80,62x1,0	181,40
- ячмінь	2,25	80,62x1,0	181,40
- поклажодавця, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	104,80x1,0	235,80
- ячмінь	2,25	104,80x1,0	235,80
- пізніх культур:	2,4		
- власного, в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	80,62x1,0	96,74
- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	104,8x1,0	125,76
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	11,4	-	-
- ранніх культур:	9,0		
- власного, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	100,77x1,00	60,46
- ячмінь	2,25	100,77x1,00	60,46
- поклажодавця, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	131,00x1,00	78,6
- ячмінь	2,25	131,00x1,00	78,6
- пізніх культур:	2,4		
- власного, в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	100,77x1,0	120,92
- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	131,00x1,00	157,2

Продовження табл. 9.2

Зберігання зерна ( $E_{ел} \times 330$ діб): в тому числі:	$11,4 \times 330 = 3762$	-	-
- власного	1881,0	2,41	4533,21
- поклажодавця	1881,0	3,14	5906,34
Очищення зерна:	11,4	-	-
- власного	5,7	18,14	103,40
- поклажодавця	5,7	23,58	134,41
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A^a_{пр(ранніх)} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	$9,0 \times 0,5 = 4,5$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{пр(ранніх)} \times \alpha_1$	4,5	-	-
- власного	2,25	20,15	45,34
- поклажодавця	2,25	26,20	58,95
Сушіння зерна пізніх культур $A^a_{пр(пізніх)} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	$2,4 \times 0,5 = 1,2$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{пр(пізніх)} \times \alpha_1$	1,2	-	-
- власного	0,6	20,15	12,09
- поклажодавця	0,6	26,20	15,72
Всього, в тому числі:	-	-	12422,60
- власного	-	-	5395,42
- поклажодавця	-	-	7027,18

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховується, виходячи з даних табл. 2.4 і терміну роботи елеватора 330 діб на рік.

При визначенні кількості аналізованих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок робимо 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 (Т) визначають за формулою:

$$T_{п} = A_{пр} / E_{т}, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де  $A_{пр}$  – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн

$E_T$  – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{п} = 11400 / 20 = 570 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ( $T_{вп}$ ), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{вп} = A_{впр} / E_T, \text{ од.}, \quad (9.6)$$

де  $A_{впр}$  – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на один вид транспорту, тонн

$$T_{вп} = 11400 / 20 = 570 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ( $\Sigma T_{лаб}$ ) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{лаб} = (T_{п} + T_{вп}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів [20].

$$\Sigma T_{лаб} = (570 + 570) \times 1,10 = 1254 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ( $BA_{лаб}$ ) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{лаб} = \Sigma T_{лаб} \times C_{лаб.}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де  $C_{лаб.}$  – 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:

$$N_{пс} = 330 \times П_{пд}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$П_{пд}$  – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од.

Приймаємо  $P_{\text{пд}} = 2$  од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 13301,70 тис. грн (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, $O_{\text{РП}}$ , тис. грн
<b>Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі:</b>	12422,60
- власного зерна	5395,42
- зерна поклажодавця	7027,18
<b>Послуги лабораторії, всього в тому числі:</b>	879,1
- власного зерна	382,22
- зерна поклажодавця	496,88
<b>Всього</b>	13301,70
- власного зерна	5777,64
- зерна поклажодавця	7524,06

#### 9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{\text{р}}^{\text{од}} = T_{\text{РП}} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де  $T_{\text{РП}}$  – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

$P$  – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймаємо на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг ( $C_{\text{РР}}$ ) за формулою:

$$C_{\text{РР}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{Н}} \times C_{\text{р}}^{\text{од}}), \text{ тис. грн}, \quad (9.11)$$

де  $C_p^{OD}$  – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проєкті 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. 9.4.

Таблиця 9.4 – Розрахунок собівартості робіт та послуг

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{PI}^H$ , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, $C_p^{OD}$ , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, $C_p^P$ , тис. грн
1	2	3	4 = 2 x 3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	11,4	-	-
- ранніх культур:	9,0		
- власного, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	80,62x1,0	181,40
- ячмінь	2,25	80,62x1,0	181,40
- поклаждавця, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	80,62x1,0	181,40
- ячмінь	2,25	80,62x1,0	181,40
- пізніх культур:	2,4		
- власного, в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	80,62x1,0	96,74
- поклаждавця (50 %), в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	80,62x1,0	96,74
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	11,4	-	-
- ранніх культур:	9,0		
- власного, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	100,77x1,00	60,46
- ячмінь	2,25	100,77x1,00	60,46
- поклаждавця, в тому числі:	4,5	-	-
- пшениця	2,25	100,77x1,00	60,46
- ячмінь	2,25	100,77x1,00	60,46
- пізніх культур:	2,4		

- власного, в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	100,77x1,0	120,92

#### Продовження табл. 9.4

- поклажодавця (50 %), в тому числі:	1,2	-	-
- кукурудза	1,2	100,77x1,0	120,92
Зберігання зерна ( $C_{\text{ел}} \times 330$ діб): в тому числі:	$11,4 \times 330 = 3762$	-	-
- власного	1881,0	2,41	4533,21
- поклажодавця	1881,0	2,41	4533,21
Очищення зерна:	11,4	-	-
- власного	5,7	18,14	103,40
- поклажодавця	5,7	18,14	103,40
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (\alpha_1)$	$9,0 \times 0,5 = 4,5$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_1$	4,5	-	-
- власного	2,25	20,15	45,34
- поклажодавця	2,25	20,15	45,34
Сушіння зерна пізніх культур $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times (\alpha_1)$	$2,4 \times 0,5 = 1,2$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times \alpha_1$	1,2	-	-
- власного	0,6	20,15	12,09
- поклажодавця	0,6	20,15	12,09
Лабораторний аналіз зерна, всього у тому числі:	1,25	-	-
- власного	0,625	583,45	364,66
- поклажодавця	0,625	583,45	364,66
Оформлення складського свідоцтва, всього у тому числі:	0,66	-	-
- власного	0,33	53,21	17,56
- поклажодавця	0,33	53,21	17,56
Всього, в тому числі:	-	-	11555,28
- власного	-	-	5777,64
- зерна поклажодавця	-	-	5777,64

#### 9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг ( $P_P$ ) нового елеватора визначаємо за формулою:

$$P_P = \Sigma O_{RP} - \Sigma C_{P^P}, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де  $\Sigma O_{RP}$  – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 10.3);

$\Sigma C_{P^P}$  – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг ( $P_P$ ) покладавцям на міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$P_P = 13301,70 - 11555,28 = 1746,42 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна ( $P_P^B$ ) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$P_P^B = \Sigma(O_{RP}^H \text{ відпуску}_i \times C_i) - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де  $O_{RP}^H \text{ відпуску}_i$  – 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. тонн.

$C_i$  – 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:

$$\Sigma C_{P^B} = 5,7 \times 10500 / 1,3 = 46038,46 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_P^B = \Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску}_i \times C_{cp} - \Sigma C_{P^B}, \text{ тис. грн,} \quad (9.14)$$

де  $\Sigma O_{RP}^H \text{ відпуску}_i$  – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис. тонн.

$C_{cp}$  – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Харківської області середня ціна купівлі складає 10500 грн. за 1 тонну зерна у січні 2026 р.

$$P_P^B = 5,7 \times 10500 - 46038,46 = 13811,54 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (П) дорівнюватиме:

$$\text{П} = \text{П}_р + \text{П}_р^В, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу значення:

$$\text{П} = 1746,42 + 13811,54 = 15557,96 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \text{П} - \text{П} \times \text{СтП}, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 15557,96 - 0,18 \times 15557,96 = 12757,53 \text{ тис. грн.}$$

## 9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначаємо за формулою:

$$I = I_{\text{Буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_{\text{н}} + V_{\text{з}} + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

де  $I_{\text{Буд}}$  – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{\text{уст}}$  – вартість придбання устаткування, тис. грн;

$T$  – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$M$  – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{н}}$  – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

$V_{\text{з}}$  – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

$D$  – 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 проєктування 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 проєктом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{\text{ПИТ}}$  – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проєкті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ( $I_{\text{ПИТ}}$ ) прийmemo на рівні 80 дол. США (3463,20 грн) на тонну місткості міні-елеватора. Перераховано за курсом Національного банку України на 09.02.2026 р. 43,29 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 11,4 \times 3463,20 = 39480,48 \text{ тис. грн}$$

### **9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій**

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \quad \%, \quad (9.19)$$

$$R = (12757,53 : 39480,48) \times 100 = 32,3 \, \%$$

### **9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій**

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (10.20)$$

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.

$$T = 39480,48 / 12757,53 = 3,1 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 3,1 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

### **9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту**

Техніко-економічні показники проєкту наведені в табл. 9.5.

Таблиця 9.5 – Основні техніко-економічні показники проєкту будівництва нового міні-елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	11,4
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	13301,70
3.	Чисельність працівників, осіб	12
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1108,48
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	11555,28
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5)	1746,42
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	13811,54
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	12757,53
9.	Інвестиції, тис. грн	39480,48
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,1
11.	Рентабельність інвестицій, %	32,3

### **Висновки до розділу 9**

Виявлений в Харківській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 1099,91 тис. тонн робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 11,4 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 39480,48 тис. грн.

Впровадження нового проєкту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 13301,70 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 11555,28 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 12 осіб, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1108,48 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 1746,42 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 13811,54 тис.грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12757,53 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 39480,48 тис. грн протягом 3,1 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 32,3 %.

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 роботи.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого дипломного проєкту будівництва нового міні-елеватора на 11,4 тис. тонн в Харківській області.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В ході виконання кваліфікаційної роботи встановлено, що з кожним роком потенціал сільського господарства зміцнюється. Завдяки наполегливій праці, застосуванню новітніх методів господарювання та передових технологій аграрії стабільно досягають високих результатів під час збиральних кампаній. Ці визначні досягнення – вагомий внесок у розвиток економіки регіону та забезпечення продовольчого благополуччя держави.

Проведено дослідження урожайності зернових культур в Харківській області.

Досліджено географічне розташування, кліматичні умови, чисельність населення, земельні ресурси Харківської області, а також урожайність зернових культур та зернового сектору агропромислового комплексу досліджуваної області.

Станом на 1 жовтня 2025 року в Харківській області зібрали 1,78 млн тонн зернових і зернобобових культур.

Аграрії області засіяли 1,394 млн гектарів, що на 0,3% більше, ніж у 2024 році, однак фактично обробляли лише близько 70% земель через бойові дії.

Представлено перелік елеваторів Харківської області станом на 2026 рік.

У Харківській області функціонує 76 діючих елеваторів (станом на 21 лютого 2026 р.). Їх розміщення по районах області є майже рівномірним, за винятком кількох районів. Зокрема, у Барвінковському, Близнюківському, Куп'янському, Харківському та Чугуївському районах зосереджено по 5 елеваторів, у Балаклійському, Великобурлуцькому, Лозовському та Нововодолазькому районах - по 4 елеватори.

Проаналізовано потужності одночасного зберігання зерна в Харківській області. Встановлено, що більшість елеваторів мають не великі потужності. 16 елеваторів до 10 тис. т, 15 елеваторів 10...20 тис. т та 14 елеваторів 20...30 тис. т, 8 елеваторів 30...40 тис.т, 11 елеваторів – 40-50 тис. т., 5 елеваторів 50...80 тис.т., 2 елеватори 80...100 тис т.

Останніми роками в зерновому господарстві України намітилася тенденція до нарощування обсягів виробництва, що дало Україні змогу повернутися на світовий

ринок зернових у ролі одного з потужних виробників та експортерів зернових культур.

Що стосується потенційних можливостей України, то валове виробництво зернових на рівні 80 млн т – цілком реальне для України, але для цього потрібно докласти немало зусиль.

Складена до схеми таблиця ходів основних норій дозволяє оцінити гнучкість робочої схеми руху зерна і відходів і свідчить про її гнучкість, тому що більше 90 % технологічних операцій можуть бути виконані не менш ніж двома норіями.

Виявлений в Харківській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 1099,91 тис тонн робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 11,4 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 39480,48 тис. грн.

Впровадження нового проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 13301,70 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 11555,28 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 12 осіб, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнюватиме 1108,48 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 1746,42 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 13811,54 тис.грн.

Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12757,53 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 39480,48 тис. грн протягом 3,1 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 32,3 %.

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 роботи.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого дипломного проекту будівництва нового міні-елеватора на 11,4 тис. тонн в Харківській області.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сальман І.Ю., Ткаченко К.В. Сучасний стан світового ринку зернових культур та місце України в ньому. Інноваційна економіка. 2015. № 4 (59). – с. 21-24
2. Присяжнюк В.М., Зубець М.В., Саблук П.Т. та ін. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / К. : ННЦІАЕ, 2012. – 1008 с.
3. Лихочвор В.В. Зерновиробництво / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриненко, П.В. Іващук. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624 с.
4. Калетнік Г.М. Територіальна організація зернопродуктового комплексу регіону та напрями його удосконалення : монографія / Г.М. Калетнік, Т.Г. Пепа, В.М. Ціхановська. – Вінниця: Вінницька газета, 2011. – 180 с.
5. Шибаніна О.В. Формування і ефективний розвиток продовольчого комплексу АПК : монографія / О.В. Шибаніна. – К. : ННЦ ІАЕ, 2007. – 368 с.
6. Лозинська Т. М. Національний продовольчий ринок в умовах глобалізації : [моногр.] / Т. М. Лозинська. – Х. : Вид-во ХарРІ НАДУ “Магістр”, 2007. – 272 с.
7. Система післязбирального зберігання зерна.  
<https://agroexpert.ua/systemy-pisliazbyralnoho-zberihannia-zerna/>
8. Гордійчук А.В. Формування експортних ресурсів зерна в сільськогосподарських підприємствах. Київ : Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки» УААН, 2005. 189 с.
9. Кондратюк О.І. Стан і перспективи розвитку зернового підкомплексу в умовах глобалізації / О.І. Кондратюк // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 6. – С. 37-42.
10. Oltra-Mestre, M.J.; Hargaden, V.; Coughlan, P.; Segura-García del Río, B. Innovation in the Agri-Food sector: Exploiting opportunities for Industry 4.0. Creat. Innov. Manag. 2021, 30, 198–210.

11. Zhou, L.; Tong, G. Research on the competitiveness and influencing factors of agricultural products trade between China and the countries along the “Belt and Road”. *Alex. Eng. J.* 2022, 61, 8919–8931.

12. Pawlak, K. Competitiveness of the EU Agri-Food Sector on the US Market: Worth Reviving Transatlantic Trade? *Agriculture* 2022, 12, 23.

13. Гавриленко Н. М., Широкий Г. М. Світовий ринок зерна: стан та тенденції. Національний Інститут стратегічних досліджень. Центр зовнішньополітичних досліджень. 2022. С. 1–9. URL: [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-02/rynokzerna\\_gavrylenko\\_0422022.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-02/rynokzerna_gavrylenko_0422022.pdf).

14. Голомша Н. Є., Дзядикевич О. Я. Конкурентні переваги продукції зернової галузі на світовому ринку. *Економіка АПК.* 2017. № 11. С. 61–65.

15. Голомша Н. Є., Дзядикевич О. Я. Конкурентні переваги продукції зернової галузі на світовому ринку. *Економіка АПК.* 2017. № 11. С. 61–65.

16. Щербак Д.А. Сучасні тенденції та перспективи інвестування у сферу зерновиробництва України. *Економіка та суспільство.* № 7. – 2024 р.

17. Українська аграрна конфедерація. <https://agroconf.org/content/u-20242025-mr-ukrayina-eksportovala-406-mln-tonn-zerna>

18. Дані Державної служби статистики України // URL: [:http://www.ukrstat.gov.ua/](http://www.ukrstat.gov.ua/).

19. Надходження культур зернових і зернобобових, олійних на підприємства, що займаються їхнім зберіганням і переробленням /дані Державної служби статистики України // URL: [:http://www.ukrstat.gov.ua/](http://www.ukrstat.gov.ua/). (дата звернення: 27.02.2023).

20. 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» галузь знань «Виробництво та технології» освітніх програм «Технологія зберігання і переробки зерна», «Кормова біоінженерія» денної та заочної форм навчання. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 31 с.

21. Дослідження ринків <https://pro-consulting.ua/ua>
22. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання/ Укладачі Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова. — Одеса: ОНАХТ, 2018. – 52 с.
23. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Інноваційні технології галузі з КП" : для студентів СВО "магістр" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" освіт.-проф. програми "Технології зберігання і переробки зерна" ден. і заоч. форм навчання / А. К. Кац, Л. Д. Дмитренко, Г. М. Станкевич. Одеса : ОНАХТ, 2021. — 57 с.
24. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу "Технологічний інжиніринг підприємств по зберіганню і переробці зерна" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. та заоч. форм навчання / Л. О. Валевська, Т. В. Страхова, О. Г. Соколовська: ОНТУ, 2022. — 31 с.
25. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з курсу "Технології харчових виробництв: Технологія зберігання і переробки зерна". Розділ "Технологія зберігання зерна" [Електронний ресурс] : для студентів СВО "Бакалавр" зі спец. 181 "Харчові технології" галузі знань 18 "Виробництво та технології" ден. і заоч. форм навчання / А. К. Кац, Г. М. Станкевич, Л. О. Валевська ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 11 с.
26. Інструкція про порядок ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його перероблення на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах незалежно від форм власності і господарювання.
27. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: Навчальний посібник /Г.М. Станкевич, А.К. Кац, Т.В. Страхова, Л.К. Овсянникова, І.М. Буценко, Л.Д. Дмитренко. – Одеса: КП ОМД, 2022 – 154 с.

28. Елеваторна галузь України повинна пристосовуватися до нової реальності // Агробізнес. – 2021. – № 5. – с. 20-23

29. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст] : підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : НУХТ, 2014. — 530 с.

30. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк Т.І. та ін.. Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.

31. Кривенко О. Перспективи елеваторної галузі України: автоматизація та централізація технологій. Агробізнес сьогодні. № 5 (396). – с. 106-108

32. Занько М. Правильний контроль зерна під час зберігання / М. Занько // Пропозиція. – 2015. – С. 104 – 107

33. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту “Електрозабезпечення та енергозбереження” для технологічних спеціальностей / Укладачі П.М. Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – 15 с.

34. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. – Львів: “Новий світ-2000”, 2007. – 500 с

35. Електрообладнання енергетичних установок [Електронний ресурс] : консп. лекцій / Ю. В. Байдак ; МОН України, Одес. нац. акад. харч. технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2017. — 70 с.

36. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту "Проектування та реконструкція елеваторів". Розд. "Вентиляція" [Текст] : для спец. 7.090701 / Г. К. Бондарев. — Одеса : ОНАХТ, 2006. — 45 с.

37. 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

38. 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. Ульяницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

39. Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Янюк Т.І. та ін.. Технологія та проектування елеваторів: навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015.

40. О.Ю. Чертков канд. тех. наук, доцент Д.С. Єрмолович Проблема вибору типу силоса та методу його зведення в Україні. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип. 35, технічний, 2018. – с. 192-200

41. Кривенко О. Перспективи елеваторної галузі України: автоматизація та централізація технологій. Агробізнес сьогодні. № 5 (396). – с. 106-108

42. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=83211](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211)

43. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. Дата початку дії – 01.12.2007

44. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення. Дата початку дії – 01.01.1995

45. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги. Дата початку дії – 01.02.2009

46. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Дата початку дії – 01.08.2011

47. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

48. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

49. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця (EN 12464-1:2011, IDT)
50. НПАОП 0.00-1.64-77 Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості будівельних матеріалів
51. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Дата початку дії - 01.04.2012
52. Грідін О.В. Зернопродуктовий підкомплекс України: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2017. № 1. С. 21-27. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie\\_2017\\_1\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie_2017_1_6)
53. Шевченко Ю. Ефективний елеватор-2021: про перспективи без краватки // АПК-Інформ. - № 6 (84).
54. Чмирь С.М. Ефективність ринку зерна. Економіка АПК. 2009. № 4. С. 117-120.
55. Харківська область <https://uk.wikipedia.org/wiki>
56. Верменич Я. Харківська область // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. — К. : Наукова думка, 2013. — Т. 10 : Т — Я. — С. 353. — ISBN 978-966-00-1359-9.
57. Харківська обласна рада <https://oblrada-kharkiv.gov.ua/history/>
58. Харківська область <https://land.gov.ua/kharkivska-oblast/>
59. Харківщина зібрала рекордний урожай зернових у складних умовах війни <https://dumka.media/ukr/suspilstvo>
60. Перелік елеваторів Харківської області <https://tripoli.land/ua/elevators/harkovskaya>

**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**на тему:**

**«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис.т у Харківській області»**

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.IV.4.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис. т у Харківській обл.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробила</i>		Канджа О.П.						
<i>Консультант</i>		Валевська Л.О.						
<i>Керівник</i>		Валевська Л.О.						
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, Гр. ЗТЗ-41 Б		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Технології зерна  
і комбікормів



Кваліфікаційна робота бакалавра  
на тему:

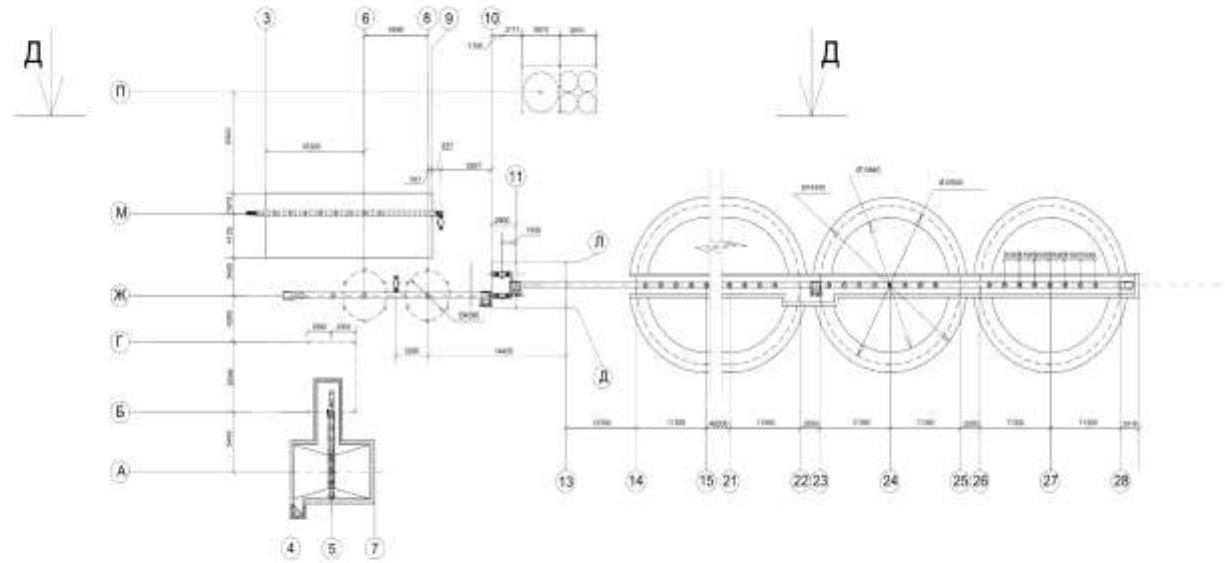
*«Розробка проєкту міні-елеватора місткістю 11,4 тис.т у  
Харківській обл.»*

*Здобувачка: Канджа Ольга Петрівна  
група ЗТЗ-41 б*

*Керівник: к.т.н., доцент Валевська Л.О.*

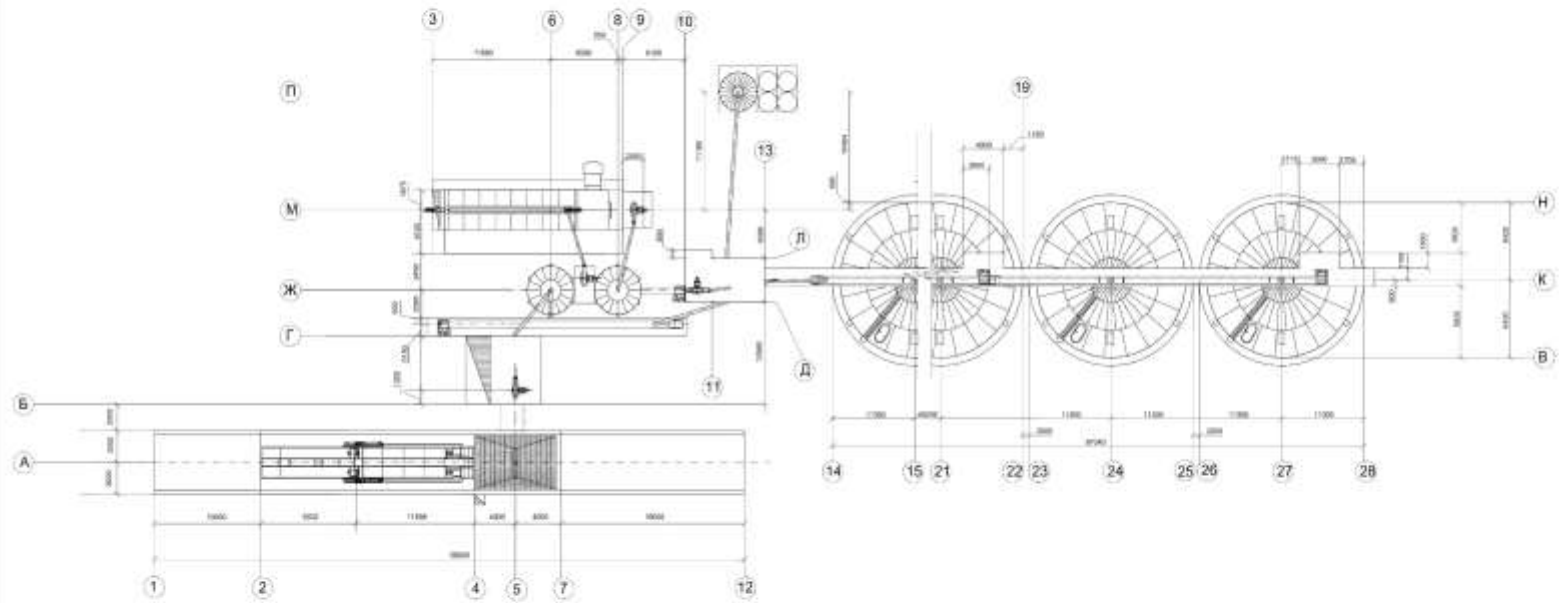
Одеса, 2026

План на відм. 0.000



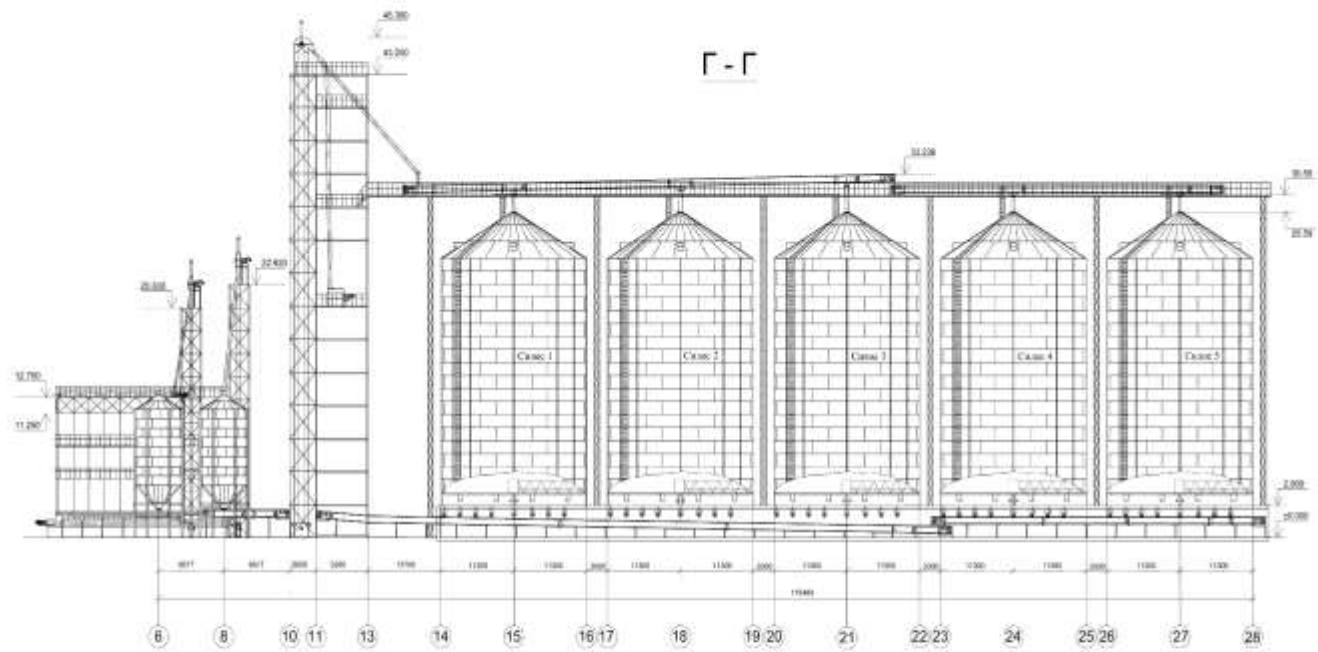
КП.13.03.01.01.01.01.01		Лист № 1 з 1-го	
№ проєкту: КМ.01.01.01.01.01.01.01		Шкала: 1:200	
Розробник: [ ]	Деталь: [ ]	Архітектор: [ ]	Інженер: [ ]
Проєктувальник: [ ]	Перевірив: [ ]	Відомство: [ ]	Місце: [ ]
Інформація про об'єкт:		КМ.01.01.01.01.01.01.01	
[ ]		[ ]	

## План на відм. 33.236



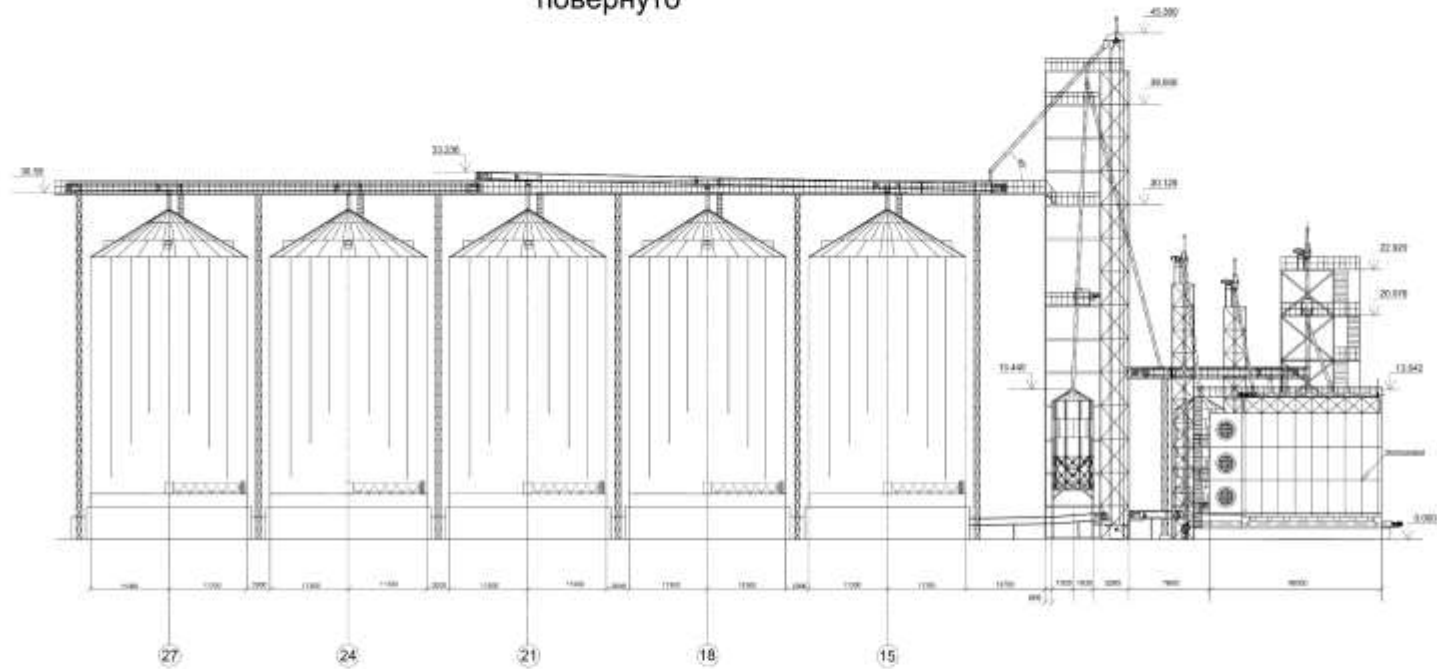
КДЛ 138.02.70.01 (1)-43		Лист 238	238
План на відм. 33.236		1:200	
Розроблено і надано на розгляд: [підпис]		08.11.13	08.11.13
Проверено: [підпис]			
[підпис]			





		SPT 200.03/14-15/14.1	
Dis. Arch. Ing. Arch. Ing.	Dis.	Scale	1:200
Autore	Autore	Scale	1:200/1:1
Disegn. Arch. Ing.	Disegn.	SPT 200.03/14-15/14.1	
Disegn. Arch. Ing.	Disegn.	14/11/14	

Д-Д  
повернуто



№		Курс		Метр		Шкала	
№	Имя	№	Имя	№	Имя	№	Имя
1		2		3		4	
Проект: <b>Розріз Д-Д</b> Шкала: 1:200				Дата: <b>08.04.18</b>			
Підприємство: <b>ОСНОВА</b> Адрес: <b>Київ, вул. С.П. Корженюка, 10</b>				Контакт: <b>097 19 30 418</b>			





## Основні техніко-економічні показники проекту будівництва нового міні-елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	11,4
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн	13301,70
3.	Чисельність працівників, осіб	12
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3)	1108,48
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн	11555,28
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5)	1746,42
7.	Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн	13811,54
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82)	12757,53
9.	Інвестиції, тис. грн	39480,48
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,1
11.	Рентабельність інвестицій, %	32,3

# Науково-дослідна частина роботи:

## Мета науково-дослідної роботи:

*Провести дослідження урожайності зернового сектору АПК Харківської обл.*

### Задачі:

- Географічне розташування та кліматичні умови області;
- Чисельність населення області;
- Характеристика зернового сектору АПК області;
- Характеристика земельних ресурсів області;
- Характеристика підприємств елеваторної галузі, які знаходяться в області

Харківська область (Харківщина) – область на Сході України. Розташована в етнокультурному регіоні Слобідська Україна, в межах Придністровської низовини.

Обласний центр – місто Харків.

Харківська область межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською, Сумською областями України, також з Белгородською областю росії.

Площа Харківської області – 31,4 тис. км<sup>2</sup> (5,2 % площі території України).

Протяжність з півночі на південь – 210 км, зі сходу на захід – 220 км.

Населення – 2 633 834 особи, в тому числі міського 1 680 899 осіб і сільського 952 935 осіб.

Рельєф області є хвилястою рівниною з легким нахилом в південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дона) напрямках. Територія розмежована річковими долинами, ярами та балками.

Серед ґрунтів переважають чорноземи типові (39,44 %), звичайні глибокі (34,56 %), звичайні (11,68 %), опідзолені (3,37 %), сірі лісові (1,44 %).

Ліси і кущі займають лише 11 % території області, і розташовані вони переважно у річищах річок на високих правих берегах.

За загальним природно-ресурсним потенціалом Харківська область посідає 5-те місце в Україні, її мінерально-сировинна база складається на 28,5 % з паливно-енергетичних корисних копалин (нафта, газ, конденсат, кам'яне вугілля), на 53,4 % із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решту (18,1 %) становить сировина кольорових металів, прісні мінеральні підземні води.

Клімат – помірно континентальний. Середня температура у січні – -7°C, а у липні – +21°C.

Зима помірно м'яка, з переважанням хмарних, помірно морозних погод. Сніговий покрив утримується до 110 днів.

Літо тепле, сонячне, сухе. Опадів від 400 до 650 мм на рік, головним чином в квітні – жовтні. На рік у середньому припадає 1750 годин сонячного сяйва.

Влітку переважають західні вітри, в інші пори року – східні і північно-східні



### Харківська область

Назва	Населення (тис.осіб)
Богодухівський	128.4
Ізюмський	181.6
Красноградський	108.9
Куп'янський	137.2
Лозівський	154.6
Харківський	1762.8
Чугувський	202.2



**Умовні позначення**  
▬ Межі проектних районів  
● Центри проектних районів  
▬ Межі територіальних зазначених КМУ

Рис. 1 – Населення Харківської області

Табл. 1 – Зібрана площа зернових культур за п'ять років у Харківській області (господарства усіх категорій)

Культура	Зібрана площа, га				
	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Пшениця	589365	352084	227778	363891	351113
Кукурудза	286769	127749	177233	207285	184969
Ячмінь	136135	70990	85066	62556	65448
Соя	23345	15551	38271	93627	41502
Ріпак	3681	Дані не оприлюднені		23595	2634
Соняшник	581974	303679	458038	479600	500704

Рис. 2 – Динаміка зібраних площ за 2021-2025 роках у Харківській області

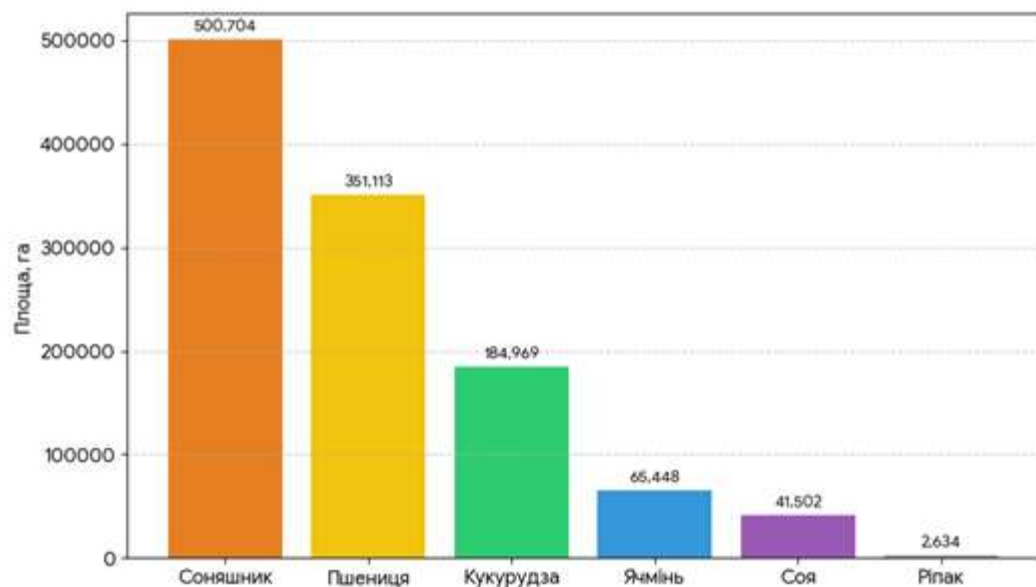
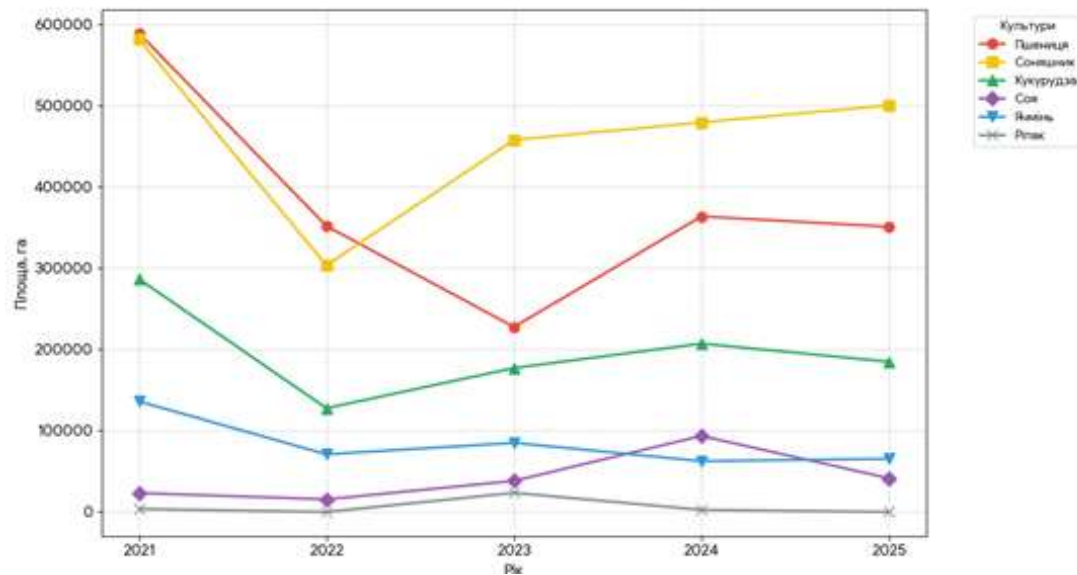


Рис. 3 – Зібрана площа за культурами у Харківській області у 2025 році

Табл. 2 – Дані урожайності зібраної площі та обсягів виробництва (валовий збір) в Харківській області за культурами у 2025 р.

Культура	Показники	
	Урожайність, ц з 1 га зібраної площі	Обсяги виробництва (валовий збір), т
Пшениця	35,7	1255210
Кукурудза	40,1	742200
Ячмінь	30,4	199057
Соя	18,4	76479
Ріпак	32,9	8667
Соняшник	19,4	971634

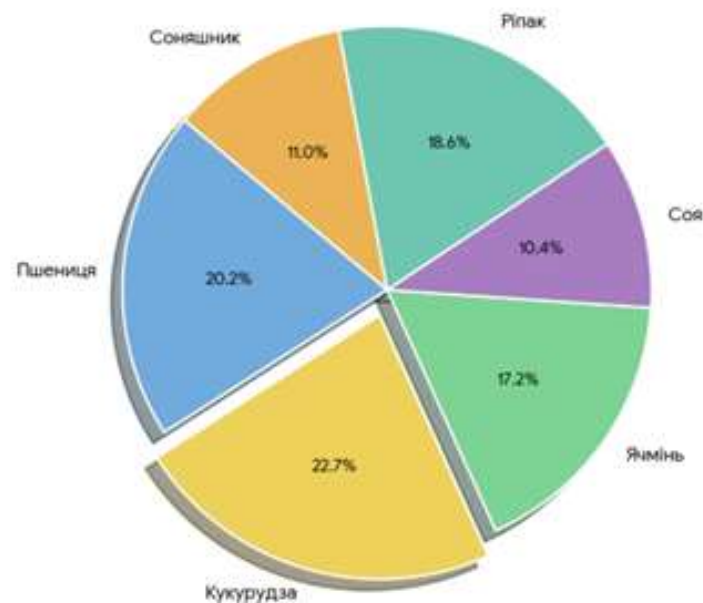


Рис. 4 – Порівняльна урожайність культур у Харківській області у 2025 році (ц/га)

Рис. 5 – Розподіл часток елеваторної потужності за районами Харківської області

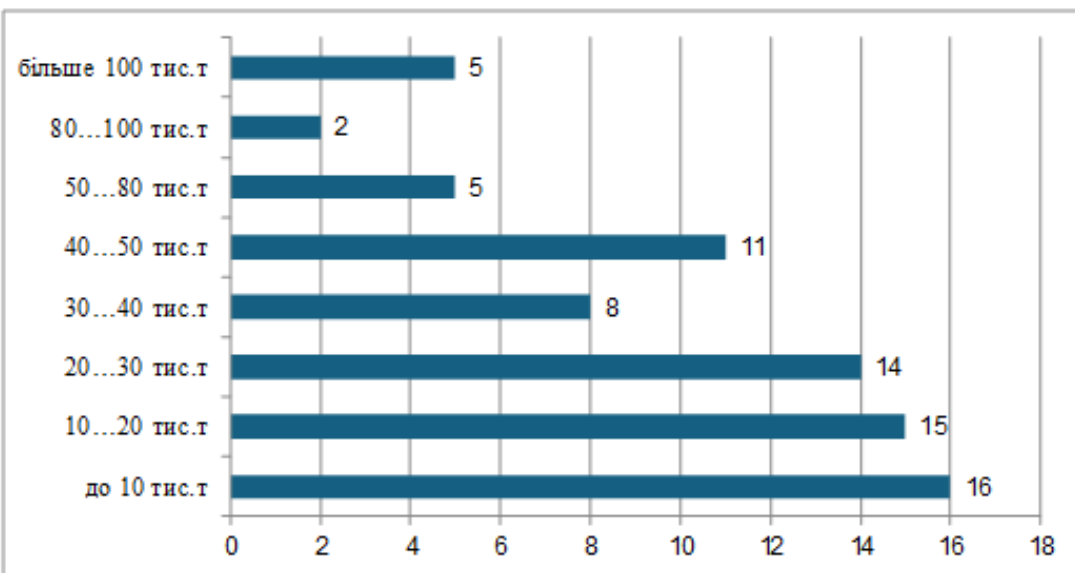


Рис. 6 – Кількість елеваторів у Харківській області за місткістю одночасного зберігання

## За результатами науково-дослідної роботи:

- у співавторстві представлено стендову доповідь на XXII Всеукраїнську конференцію здобувачів освіти з розділу «Харчові технології» на тему: «Зерновий потенціал Харківщини: площі, врожайність та обсяги виробництва» (12-13 травня 2026 р.);
- у співавторстві представлено стендову доповідь на науковій конференції здобувачів вищої освіти (24-27 березня 2026 р.) та подано до друку наукову статтю до збірника «Наукові праці молодих вчених, аспірантів та студентів» на тему: «Структура елеваторних потужностей Харківської області за районами».

## **Висновки:**

В ході виконання кваліфікаційної роботи встановлено, що з кожним роком потенціал сільського господарства зміцнюється. Завдяки наполегливій праці, застосуванню новітніх методів господарювання та передових технологій аграрії стабільно досягають високих результатів під час збиральних кампаній. Ці визначні досягнення – вагомий внесок у розвиток економіки регіону та забезпечення продовольчого благополуччя держави.

Проведено дослідження урожайності зернових культур в Харківській області.

Досліджено географічне розташування, кліматичні умови, чисельність населення, земельні ресурси Харківської області, а також урожайність зернових культур та зернового сектору агропромислового комплексу досліджуваної області.

Станом на 1 жовтня 2025 року в Харківській області зібрали 1,78 млн тонн зернових і зернобобових культур.

Аграрії області засіяли 1,394 млн гектарів, що на 0,3% більше, ніж у 2024 році, однак фактично обробляли лише близько 70% земель через бойові дії.

Представлено дані по урожайності та кількості намолоченого зерна в Харківській області за культурами.

За прогнозами на 2025/2026 маркетинговий рік, виробництво зернових та зернобобових у Харківській області може досягти 2,2 млн тонн, що забезпечить потреби регіону, частково інших областей та експорту.

Представлено перелік елеваторів Харківської області станом на 2026 рік.

У Харківській області функціонує 76 діючих елеваторів. Їх розміщення по районах області є майже рівномірним, за винятком кількох районів. Зокрема, у Барвінковському, Близнюківському, Куп'янському, Харківському та Чугуївському районах зосереджено по 5 елеваторів, у Балаклійському, Великобурлуцькому, Лозовському та Нововодолазькому районах - по 4 елеватори.

Проаналізовано потужності одночасного зберігання зерна в Харківській області. Встановлено, що більшість елеваторів мають не великі потужності. 16 елеваторів до 10 тис. т, 15 елеваторів 10...20 тис. т та 14 елеваторів 20...30 тис. т, 8 елеваторів 30...40 тис.т, 11 елеваторів – 40-50 тис. т., 5 елеваторів 50...80 тис.т., 2 елеватори 80...100 тис т.



**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!**