

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

***«Розробка проєкту будівництва міні-елеватора
місткістю 5,8 тис. т в Миколаївській обл.»***

Здобувачки Поросюк Ю.В.
(прізвище, ініціали)
IV курсу ТЗХ-41б групи

Керівник проф. Станкевич Г.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
доц. Штепа Є.П.
доц. Гончарук Г.А.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 08 червня 2026 р., протокол № 9.

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

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут	зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза
Кафедра	Технології зерна і комбікормів
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітня програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

Алла МАКАРИНСЬКА

« 01 » грудня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧКИ

Поросюк Юлії Володимирівни

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. т в Миколаївській обл.»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від 01.12.2025 наказ № 679-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої кваліфікаційної роботи 08.06.2026 р.

3. Вихідні дані: Місткість зерносховища 5800 тонн; Річний об'єм приймання з автотранспорту 5800 тонн, у тому числі: річний обсяг приймання ранніх культур = 2500 тонн (пшениці – 1650 тонн, ячменю – 850 тонн), пізніх культур (кукурудзи) – 3300 тонн. Період заготівлі: ранніх культур 12 діб, пізніх – 17 діб. Частки зерна різної вологості: ранніх культур – $a_0 = 0,8$; $a_1 = a_2 = 0,1$; пізніх – $a_0 = 0,7$; $a_1 = 0,10$; $a_2 = 0,20$. Річний об'єм відпуску зерна на автотр-т 5800 тонн. Тривалість відпуску на а/т: $N=6$ міс.; $T_m=22$ діб; $T_d=8$ год. Коефіцієнти нерівномірності відпуску на а/т: $K_m=1,8$; $K_d=1,7$; $K_g=1,0$.

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

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

Всього – 7 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (4 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); зведений графік (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>Проф. Станкевич Г.М.</i>	01.12.2025	27.05.2026
Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки	<i>Проф. Басюркіна Н.Й.</i>	23.03.2026	22.05.2026
Енергозабезпечення та енергозбереження	<i>Доц. Штепа Є.П.</i>	29.04.2026	01.05.2026
Аспірація елеватора	<i>Доц. Гончарук Г.А.</i>	02.05.2026	06.05.2026

7. Дата видачі завдання: 01.12.2025 р.

Керівник

(підпис)

Станкевич Г.М.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Поросюк Ю.В.

(прізвище, ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	<i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i>	<i>18.03-22.03</i>	
2	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>23.03-25.03</i>	
3	<i>Технологічна частина</i>	<i>26.03-06.04</i>	
4	<i>Креслення планів, розрізів</i>	<i>07.04-23.04</i>	
5	<i>Креслення РСРЗіВ</i>	<i>24.04-26.04</i>	
6	<i>Побудова зведеного змінного графіку</i>	<i>27.04-28.04</i>	
7	<i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i>	<i>29.04-01.05</i>	
8	<i>Аспірація елеватора</i>	<i>02.05-06.05</i>	
9	<i>Креслення генерального плану</i>	<i>07.05-09.05</i>	
10	<i>Характеристика будівельних споруд</i>	<i>10.05-12.05</i>	
11	<i>Охорона праці</i>	<i>13.05-15.05</i>	
12	<i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i>	<i>16.05-20.05</i>	
13	<i>Техніко-економічні розрахунки</i>	<i>21.05-22.05</i>	
14	<i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i>	<i>23.05-25.05</i>	
15	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>26.05-05.06</i>	
16	<i>Затвердження роботи</i>	<i>08.06.</i>	
	<i>Захист</i>	<i>18.06. - 19.06.2026</i>	

Здобувачка

(підпис)

Поросюк Ю.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник

(підпис)

Станкевич Г.М.

(прізвище, ініціали)

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

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

Здобувачка

(підпис)

Поросюк Ю.В.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра (КРБ) на тему «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. т в Миколаївській обл.» представлена пояснювальною запискою обсягом 131 сторінка, у якій наведено 17 рисунків, 26 таблиць, список літератури у кількості 33 першоджерел та 2 додатки. Графічна частина КРБ складається з 7 аркушів формату А1.

На початку роботи над КРБ був проведений літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми, дана характеристика об'єкта проєктування, сформульована мета та розроблені завдання проєкту, які наведені в першому розділі пояснювальної записці.

Рішення про необхідність будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. тон в Миколаївській області було прийняте на базі техніко-економічного обґрунтування, виконаного нами, яке показало доцільність будівництва з економічної точки зору.

Проєктуємий міні-елеватор призначений виконувати наступні операції з зерном: приймання з автомобільного транспорту, попереднє і основне очищення, сушіння, зберігання та відпуск на автомобільний транспорт. Тому у розділі «Технологічна частина» пояснювальної записки надані розрахунки обсягів робіт елеватора, а також кількості та продуктивності основного технологічного і транспортного обладнання, необхідного для виконання усіх операцій в заданих об'ємах та розрахунки приймально-відпускних пристроїв.

Розрахунки показали, що на проєктуємому елеваторі має бути у наявності: дві основні норії продуктивністю 50 т/год (НЦ-50), для попереднього очищення зерна від грубих домішок в потоці приймання з автотранспорту – один скальператор А1-БЗО-50 (Q=50 т/год), один сепаратор А1-БЦС-50 (Q=50 т/год) – для виконання основного очищення зерна, також для сушіння вологого та сирого зерна на підприємстві має бути одна зерносушарка «Україна-5» продуктивністю 5 пл.т/год.

Виконані нами розрахунки показали необхідність організації одного приймального потоку з автотранспорту продуктивністю 50 т/год та одного відпускнуго потоку на автомобільний транспорт продуктивністю 50 т/год, з встановленням одного приймального бункеру місткістю 30 тонн і одного відпускнуго накопичувального бункеру місткістю 50 тонн.

В пояснювальній записці представлені розрахунки, необхідні для вибору силосів та прийняття рішення про їх компанування. Таким чином нами було обрано 4 металеві силоси з плоским днищем українського виробника «ЛУБНИМАШ», які мають наступні характеристики: діаметр 14,66 м, загальна висота 11,75 м, ємність одного силосу для пшениці складає 1450 тонн. Силоси розташовані з одного боку від робочої башти в один ряд.

За основу розміщення обладнання на елеваторі була взята одноступенева принципова схема організації технологічного процесу. Розраховане нами обладнання було розміщено на планах і розрізах елеватора з дотриманням нормативних відстаней та вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та ін. (див. аркуші графічної частини КРБ №№1, 2, 3, 4).

Розроблена нами робоча схема руху зерна та відходів, яка відображає все транспортне, технологічне обладнання та бункери і силоси з вказанням їх марок, продуктивностей або ємностей, нумерації, умовних позначень наведена на аркуші 5 графічної частини.

На аркуші 6 наведено зведений графік роботи елеватора у 1 зміну доби максимальних обсягів роботи побудований нами.

Нами був розроблений генеральний план підприємства, якій показує ув'язку всіх основних, допоміжних та підсобних будівель і споруд, всіх над- і підземних комунікацій та транспортних під'їзних шляхів (аркуш 7).

В пояснювальній записці також представлені розділи: «Енергозабезпечення та енергозбереження», «Аспірація елеватора», «Характеристика будівельних споруд», «Охорона праці», а також «Науково-дослідна частина».

На заключному етапі роботи над КРБ нами були проведені розрахунки тех-

ніко-економічних показників, які свідчать про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового міні-елеватора на 5,8 тис. тонн в Миколаївській області. Так, чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 5,4 млн грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 17 млн грн протягом 3,2 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 32 %.

При будівництві нового міні-елеватору створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження проекту.

Перелік ключових слів: *міні-елеватор, елеватор заготівельний, післязбиральна обробка, елеватор зерновий, зернозберігання, проєкт, валовий збір зерна, врожайність, посівна площа.*

ЗМІСТ

Вступ	10
Розділ 1 Стан проблем та перспективи її вирішення	11
1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми ..	11
1.1.1 Проблеми інфраструктури зберігання зерна України	11
1.1.2 Шляхи вирішення існуючих проблем елеваторної галузі	14
1.2 Характеристика об'єкту.....	16
1.3 Мета і завдання проєкту.....	17
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування проєкту.....	19
Розділ 3 Технологічна частина	25
Основні розрахункові положення	25
3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання елеватора	26
3.1.1 Розрахунок обсягів робіт	26
3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання	28
3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу	31
3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання	33
3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв	37
3.2 Обробка і зберігання відходів	38
3.3 Проєктування зерносховищ	40
3.4 Визначення розмірів робочої башти у плані	40
3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти	41
3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів	44
3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз	45
3.7.1 Опис робочої схеми руху зерна і відходів	46
3.7.2 Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів	47
3.8 Зведений графік роботи елеватора	48
3.8.1 Розрахунки для побудови зведеного графіку	48
3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій	51

3.9 Система управління роботою елеватора	54
Розділ 4 Електрозабезпечення та енергозбереження	57
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження	57
4.2 Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії	58
4.3 Розрахування повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності	58
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.....	59
4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів	62
4.6 Вибір перерізу жил і марки кабелю.....	63
4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість.....	64
4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві	64
Розділ 5 Аспірація елеватора	67
5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів	67
5.2 Основні принципи компонування аспіраційних установок (мереж) елеваторів	68
5.3 Основні методи розрахунку розгалужених аспіраційних мереж...	69
5.4 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання	70
Розділ 6 Характеристика будівельних споруд	77
6.1 Опис генплану	77
6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору.....	81
Розділ 7 Охорона праці.....	86
7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ) ..	86
7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ	89
7.3 Заходи щодо пожежної безпеки	91
Розділ 8 Науково-дослідна частина	93
8.1 Стан питання	93

8.1.1 Характеристика географічного положення та клімату Миколаївської області	93
8.1.2 Характеристика сільськогосподарських земельних ресурсів Миколаївської області	93
8.1.3 Характеристика зернового сектору АПК Миколаївської області ...	94
8.1.4 Зернові культури, що вирощуються в Миколаївській області	94
8.2 Програма, об'єкти та методи досліджень	97
8.3 Результати дослідження	98
Висновки.....	104
Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки	106
9.1 Розрахунок чисельності працюючих	106
9.2 Розрахунок виробничої програми	107
9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства	109
9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік	113
9.5 Розрахунок прибутку	115
9.6 Розрахунок інвестицій	117
9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій	118
9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій	118
9.9 Основні техніко-економічні показники проєкту	119
Висновки	120
Висновки та рекомендації	121
Список літератури	123
Додатки	128
Додаток А Варіанти розташування основних норій робочої башти елеватора	128
Додаток Б Варіанти розташування сепаратора	129

ВСТУП

На сьогоднішній час сільське господарство України займає важливе місце в економіці країни, одним із ключових напрямків якого є зернове виробництво. Недостатня кількість якісних сучасних зерносховищ, а також технічна застарілість частини існуючих, призводять до втрат зерна та його якості. Це особливо актуально для регіонів з високим рівнем виробництва зернової продукції, де навантаження на елеваторні підприємства зростає постійно.

На розвиток зернової інфраструктури має вплив стабільність ситуації в аграрному виробництві. У сучасних умовах повномасштабного вторгнення РФ в Україну значна частина елеваторних підприємств нашої країни зазнала і продовжує зазнавати суттєвих збитків як у економічному, так і у виробничому аспектах. У наслідок цього окремі підприємства були змушені частково або повністю припинити свою діяльність. Це також стосується Миколаївської області, де частина елеваторних об'єктів зазнала пошкоджень та руйнувань. У результаті відбулося скорочення потужностей для зберігання зерна, що, у свою чергу, ускладнило логістичні процеси. Для вирішення питань дефіциту елеваторних місткостей на сьогодні все більше популяризується будівництво міні-елеваторів, оскільки вони не потребують значних фінансових витрат, є зручними у використанні та швидко вводяться в експлуатацію. Це дозволяє вдосконалити організацію логістичних операцій та підвищити ефективність роботи підприємств.

Також з метою забезпечення збереження та покращення якості зібраного зерна важливим напрямком удосконалення підприємств елеваторної галузі є введення сучасних технологій у процеси його післязбиральної обробки з використанням новітнього, високоефективного обладнання для очищення, сушіння та транспортування. Все це дає змогу скоротити втрати, покращити якість продукції та забезпечити її відповідність встановленим вимогам.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

1.1.1 Проблеми інфраструктури зберігання зерна України

Фундаментом українського аграрного сектору виступає вирощування зерна. Ця галузь не лише гарантує внутрішню продовольчу стабільність, а й генерує вагому частку валютних надходжень через експорт, стимулюючи загальне економічне зростання. Водночас стрімке нарощування валових зборів урожаю висуває нові вимоги до логістичних процесів, зокрема до обробки після збору та подальшої дистрибуції [1].

На сьогоднішній день однією з основних проблем сучасної зернової галузі України є недостатній рівень розвитку інфраструктури для зберігання зерна. Значна кількість існуючих елеваторів експлуатується протягом тривалого часу і вже не відповідає сучасним технічним вимогам. Наслідком цього є підвищення витрат на обробку зернових культур, збільшення збитків підприємства та погіршення якості продукції під час зберігання [2, 3].

Актуальною проблемою є також нерівномірне розташування елеваторних потужностей на території країни (це призводить до зростання транспортних витрат, що ускладнює організацію ефективної діяльності аграрних підприємств) та перевантаження окремих підприємств у періоди масового надходження врожаю (в наслідок чого виникають труднощі зі швидким прийманням, очищенням, сушінням та відвантаженням зерна) [1].

Особливо це стосується регіонів із розвиненим сільськогосподарським виробництвом, де щорічно вирощуються значні обсяги зернових культур. Якраз Миколаївська область належить до таких регіонів – вона характеризується прийнятними природно-кліматичними умовами для вирощування зернових та олійних культур. Оскільки в області зосереджено багато підприємств зернового напрямку, питання розширення та оновлення потужностей для забезпечення

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Поросюк Ю.В.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Станкевич Г.М.					11	131
<i>Консультант</i>		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

своєчасного приймання, тривалого зберігання та обробки врожаю набуває особливого значення.

Ринкова ситуація потребує впровадження якісних підходів до післязбиральної обробки сировини, тому, окрім технічного стану елеваторного господарства, вагомий вплив на ефективність роботи зерносховищ має рівень організації технологічних процесів [4]. Від своєчасного очищення, сушіння та правильного розподілу зерна по зерносховищам (силосам, зерновим складам) залежить збереження його якісних показників, зменшення природних втрат та забезпечення стійкості при тривалому зберіганні і подальшому транспортуванні. Порушення технологічних режимів може призводити до самозігрівання зернової маси, зростання вологості, розвитку мікроорганізмів та шкідників, тому на підприємстві необхідно забезпечити належний контроль умов зберігання зерна.

Особливої уваги вимагає процес сушіння зерна, оскільки значна частина врожаю потрапляє на зберігання з підвищеною вологістю. За відсутності дієвого сушильного обладнання зерно швидко втрачає свої якісні властивості, що може спричинити суттєві економічні збитки [5]. Саме тому сучасні елеваторні комплекси оснащуються високопродуктивними зерносушарками, які гарантують рівномірне зниження вологості та мінімізують ризики псування продукції.

Також вагомим є застосування сучасного транспортного обладнання, зокрема норій, стрічкових та скребкових конвеєрів, а також самопливного транспорту. Правильний вибір транспортних засобів дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу, скоротити час виконання операцій та знизити виробничі витрати.

Автоматизація процесів транспортування та контролю руху зернових потоків значно покращує ефективність роботи підприємства. Розвиток елеваторного господарства в сучасних умовах активно орієнтується на впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами [5]. Цифрові системи контролю забезпечують можливість точно й оперативно відстежувати роботу обладнання, температурні показники зберігання, рівень вологості зерна, а також оперативно реагувати на будь-які відхилення від заданих норм. Це не лише підвищує надійність зберігання продукції, але й мінімізує ризик аварійних ситуацій.

Енергозбереження є невід’ємною складовою вдосконалення зернозберігальної інфраструктури. Значні витрати електроенергії на процеси транспортування, очищення, сушіння та вентиляції зерна потребують сучасних інженерних рішень, спрямованих на оптимізацію енергоспоживання [6]. Одним з ключових заходів у цьому напрямку є впровадження енергоефективних приводів, оптимізація режимів роботи обладнання і застосування систем автоматизованого регулювання технологічних процесів.

Особливу увагу слід приділяти екологічній безпеці функціонування елеваторів. В процесі очищення та переміщення зерна утворюється значна кількість пилу, що негативно впливає на робочі умови персоналу і може створювати загрозу пожежної небезпеки [7]. Сучасні елеваторні комплекси вирішують цю проблему через установлення аспіраційних систем, які очищають повітря і забезпечують безпечні умови праці.

Одним із перспективних рішень для подолання зазначених проблем є будівництво міні-елеваторів. Такі об’єкти дозволяють ефективно виконувати процеси приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна з мінімальними втратами його якості. При цьому міні-елеватори відзначаються помірними витратами на будівництво, можливістю швидкого введення в експлуатацію та вигідним розташуванням поблизу зон вирощування сільськогосподарської продукції [8].

Інтеграція сучасного технологічного обладнання сприяє автоматизації виробничих процесів, підвищенню продуктивності роботи підприємств та економії енергоресурсів. Такий підхід забезпечує ефективність функціонування зернозберігальних підприємств та підтримання належної якості продукції під час тривалого періоду її зберігання.

Отже, розвиток інфраструктури зберігання зерна є важливим напрямом вдосконалення агропромислового комплексу України. Реалізація проєктів, орієнтованих на будівництво міні-елеваторів, сприятиме підвищенню конкурентоспроможності аграрних підприємств, поліпшенню якості зернової продукції та стабільному розвитку галузі. З огляду на це будівництво міні-елеватора місткістю 5,8 тис. тонн у

Миколаївській області є актуальним і обґрунтованим рішенням, що забезпечить оптимізацію системи зберігання зерна та загальне покращення ефективності роботи аграрного сектору регіону.

1.1.2 Шляхи вирішення існуючих проблем елеваторної галузі

У поточних умовах розвитку агропромислового комплексу питання післязбирання обробки та збереження зерна набувають особливої ваги. Зростання обсягів виробництва зернових культур вимагає вдосконалення технологічних процесів приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна. Саме тому у науковій літературі велика увага приділяється розвитку елеваторного господарства та запровадженню сучасних технологічних рішень [1, 2, 3].

Огляд літературних джерел засвідчує, що однією з головних проблем зернозберігальної сфери є недостатня кількість сучасних елеваторних потужностей та технічна застарілість окремих підприємств. Значна частина наявних зерносховищ не повністю відповідає сучасним вимогам щодо енергоефективності, продуктивності та автоматизації технологічних процесів. Це спричиняє зростання витрат на обробку зерна та погіршення його якості під час зберігання [1, 4, 9].

Наукові праці та фахові публікації значну увагу приділяють проблематиці оптимізації виробничих процесів зернових підприємств. Основними напрямками розвитку галузі вважаються модернізація зерноочисних машин, впровадження продуктивних сушильних установок, а також автоматизація транспортних ліній і засобів моніторингу технологічних показників [7]. Застосування сучасного устаткування сприяє забезпеченню безперервності виробничого процесу, зниженню енергоспоживання та покращенню умов зберігання зернових культур [1].

Вагому роль у функціонуванні зернових комплексів відіграє первинна підготовка зерна. У практиці сучасних технологічних ліній використовуються сепаратори різних типів, що виконують функцію видалення сторонніх домішок та підготовки зернової маси до подальшого сушіння і тривалого зберігання. Якість очищення зерна визначає як продуктивність сушильного комплексу, так і строки безпечного зберігання готової продукції [4, 5].

Сушіння є одним із найвідповідальніших етапів обробки зерна після збирання врожаю. Дослідники наголошують, що сучасне сушильне обладнання забезпечує рівномірне видалення надлишкової вологи, що суттєво знижує ризик псування зерна в процесі зберігання [2]. Особливого значення набувають питання раціонального витрачання енергії та коригування технологічних режимів роботи сушарок.

Невід'ємною складовою сучасних зернових терміналів є транспортні системи, що включають норійні підйомники, стрічкові й ланцюгові конвеєри, а також самопливний транспорт [4]. Ефективно організована система внутрішнього транспортування забезпечує безперербійне переміщення зерна між технологічними вузлами та дозволяє скоротити тривалість усього виробничого циклу [1].

Окремим напрямом досліджень є автоматизація управління зерновими підприємствами. Впровадження інтегрованих систем автоматичного керування дає змогу здійснювати безперервний контроль за роботою технологічного обладнання, температурними показниками у сховищах, вологістю зерна та іншими критичними параметрами [5]. Це підвищує загальну ефективність підприємства та мінімізує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється питанням забезпечення екологічної безпеки на елеваторних підприємствах. У процесі очищення, сушіння й транспортування зернових культур утворюється пил, що негативно впливає як на умови праці персоналу, так і на стан навколишнього природного середовища. Для вирішення цієї проблеми активно впроваджуються сучасні аспіраційні системи, які сприяють ефективному очищенню повітря та зниженню рівня запиленості виробничих приміщень [6, 7].

Аналіз зареєстрованих технічних розробок свідчить про те, що актуальні розробки у галузі зернозберігання орієнтовані на модернізацію конструктивних рішень сушильних установок, вантажопідйомного та транспортного устаткування, зерноочисних комплексів і систем автоматизованого управління. Головною метою запровадження інноваційних технічних рішень є зростання продуктивності виробничих ліній, скорочення енергетичних витрат та створення безпечних умов для обслуговуючого персоналу [5].

Результати аналізу наукових публікацій і технічних рішень свідчать про те, що будівництво міні-елеваторів є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку інфраструктури для зберігання зерна. Ці об'єкти вирізняються порівняно низькими капітальними затратами, компактністю та можливістю розміщення у безпосередній близькості до місць вирощування зернових культур. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити транспортні витрати та забезпечити швидке виконання основних технологічних операцій [10].

Таким чином, проведений огляд науково-технічної та патентної літератури підтверджує актуальність розбудови сучасної інфраструктури зернозберігання і доцільність упровадження прогресивних технологічних рішень на елеваторних підприємствах. Будівництво міні-елеватора місткістю 5,8 тис. т у Миколаївській області є обґрунтованим кроком у напрямі вдосконалення системи зберігання та післязбиральної підготовки зерна.

1.2 Характеристика об'єкту

Об'єктом проектування є міні-елеватор місткістю 5,8 тис.т, який передбачається розмістити у Миколаївській області. Даний міні-елеватор призначений для приймання з автомобільного транспорту, очищення, сушіння, тимчасового зберігання та відвантаження на автомобільний транспорт зернових культур.

Потреба у будівництві сучасного міні-елеватора спричинена необхідністю вдосконалення системи післязбиральної обробки зерна та забезпечення належних умов його збереження. Значні обсяги виробництва зернових культур у регіоні становлять додаткове навантаження на наявні елеваторні потужності, що ускладнює організацію технологічних процесів у період масового надходження врожаю.

У складі міні-елеватора планується встановлення сучасного обладнання, яке забезпечить безперервну роботу підприємства та якісне виконання всіх операцій. До основного обладнання відносяться зерноочисні машини, зерносушарки, транспортні механізми, аспіраційні системи та засоби автоматичного контролю.

Для переміщення зерна всередині елеватора використовуватимуться норії, стрічкові та скребкові конвеєри, а також самопливний транспорт. Таке обладнання

дозволить ефективно переміщати зерно між окремими операціями та зменшити час виробничого циклу. Окрема увага приділяється умовам зберігання зерна. Проектом передбачено використання сучасних зерносховищ із системами контролю температури та вентиляції. Це допоможе запобігти псуванню зерна та зберегти його якість протягом усього періоду зберігання.

Спроектований елеватор планується використовувати для роботи з найбільш поширеними в умовах Миколаївській області зерновими культурами, а саме – пшеницею, ячменем та кукурудзою. Зерно прибуватиме автомобілями-самоскидами, із подальшим проходженням етапів очищення (попереднього і основного), сушіння, транспортування та розміщення у зерносховищах. У якості зерносховищ планується встановлення металевих силосів з плоским дном. Для забезпечення рівномірної та ефективної роботи зерносушарки планується встановлення до- і післясушильних бункерів нормативної місткості. В лінії відвантаження зерна на автомобільний транспорт планується встановлення оперативного накопичувального бункера.

1.3 Мета і завдання проєкту

Метою даної КРБ є розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській області.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

- Виконати техніко-економічне обґрунтування проєкту;
- Здійснити розрахунок обсягів робіт міні-елеватора, що проєктується;
- Розрахувати кількість та продуктивність основного технологічного і транспортного обладнання;
- Розробити структурну та принципову схеми технологічного процесу;
- Розрахувати приймально-відпускні пристрої;
- Вирішити питання обробки і зберігання відходів;
- Здійснити проєктування зерносховищ;
- Виконати визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані;
- Розробити плани поверхів робочої башти, силосного корпусу, ПВП;

- Визначити місткості накопичувальних, оперативних бункерів;
- Розрахувати висоти технологічних поверхів робочої башти та ПВП;
- Розробити розрізи робочої башти та силосних корпусів, ПВП;
- Розробити робочу схему руху зерна і відходів (РСРЗіВ);
- Побудувати зведений графік роботи елеватора у першу зміну доби максимальних об'ємів його роботи;
- Розглянути питання організації системи управління роботою елеватора;
- Вирішити питання енергозабезпечення та енергозбереження проєктованого міні-елеватора;
- Вирішити питання аспірації елеватора;
- Розробити генеральний план нового підприємства;
- Розглянути питання з охорони праці;
- Виконати науково-дослідну роботу на тему: «Дослідження тенденцій вирощування кукурудзи у Миколаївській області у останні роки»;
- Виконати розрахунки техніко-економічних показників проєкту.

Результатами вирішення даних завдань є розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) та оформлення пояснювальної записки з наступними розділами:

- Розділ 1 Стан проблеми і перспективи її вирішення;
- Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування;
- Розділ 3 Технологічна частина;
- Розділ 4 Енергозабезпечення та енергозбереження;
- Розділ 5 Аспірація елеватора;
- Розділ 6 Характеристика будівельних споруд;
- Розділ 7 Охорона праці;
- Розділ 8 Науково-дослідна частина;
- Розділ 9 Техніко-економічні розрахунки (ТЕР).

По завершенню кваліфікаційної роботи бакалавра мають бути сформульовані загальні висновки та рекомендації.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора в Миколаївській області місткістю 5,8 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

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

При будівництві нового елеватора створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проєкт будівництва такого підприємства з метою отримання додаткового прибутку, охоплення більшого сегменту ринку, просування продукції на експорт, постачання високоякісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме укріпленню іміджу підприємства і покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні. Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у регіоні (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 (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [11]. Розрахунки виконуємо за рекомендаціями методичних вказівок [12].

У табл. 1.1 наведені дані щодо обсягу виробництва, площі вирощування, середньої урожайності всіх культур, які вирощують в Миколаївській області, станом на 2023 рік [11].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10		
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив		Поросюк Ю.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант		Басюркіна Н.Й.				19	131
Керівник		Станкевич Г.М.			ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.					

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур,
які вирощують в регіоні, станом на 2023 рік

Регіон (область)	Господарства усіх категорій		
	Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га	Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі	Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц
Миколаївська	617,7	39,1	24131,2

Тому що площа вирощування і урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми врахували і розрахували їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховуємо 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 – для нашого проєкту у 2023 році), ц/га;

$U_{\text{прогноз}}$ – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора через 4 роки – у 2026 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 розраховуємо за формулою:

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

де $ПЛ_{\text{прогноз}}$ – площа вирощування у поточному році (для нашого проєкту у 2023 році), га;

$ПЛ_{\text{базова}}$ – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, через 4 роки – у 2026 році), га;

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

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

де $K_{пл}$ – індекс зростання площі вирощування (коливається у межах 1,05...1,08);
 t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Миколаївській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, і урожайність – на 5 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2026 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2026 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2023 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2023 до 2026 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто $t = 4$ роки (1 рік – 2023, 2 рік – 2024, 3 рік – 2025, 4 рік – 2026).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2026 році, розраховуємо за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 39,1 \times (1,05)^4 = 47,5 \text{ ц/га},$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Миколаївській області у 2024 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 617,7 \times (1,05)^4 = 750,8 \text{ тис. га.}$$

Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в Миколаївській області у 2024 році, який визначаємо за формулою:

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

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (750,8 \times 47,5)/10 = 3566,3 \text{ тис.тонн}$$

Річний потенціал заготівель всіх культур в Миколаївській області у 2026 р. наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур
в Миколаївській області у 2026 р.

Регіон (область)	Площа сільськогосподарських угідь, ПЛ _{прогноз} , тис. га	Середня урожайність, У _{прогноз} , ц/га	Валовий збір, ВЗ _{прогноз} , тис. тонн
Миколаївська	750,8	47,5	3566,3

У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене у нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. Їх прогнозна сумарна місткість ($MЗ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - C_{\text{СГ}} + I_p, \text{ тис. тонн} \quad (2.6)$$

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

$C_{\text{СГ}}$ – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Миколаївській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

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

Споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств ($C_{\text{СГ}}$) Миколаївській області дорівнює:

$$C_{\text{СГ}} = 0,20 \times 3566,3 = 713,3 \text{ тис. тонн};$$

Імпорт (I_p – тобто ввезення) зернових культур в Миколаївську область з інших регіонів та із закордону у становить 0,5 % у структурі валового збору в Миколаївській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 3566,3 = 17,8 \text{ тис. тонн.}$$

Прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Миколаївській області у 2026 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 3566,3 - 713,3 + 17,8 = 2870,8 \text{ тис. тонн}$$

Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Миколаївській області у 2026 році наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Миколаївській області у 2026 році, тис. тонн

Регіон (область)	Прогнозний валовий збір у 2026 році, $V_{\text{прогноз}}$	Споживання всередині сільського господарства, $C_{\text{СГ}}$	Ввезення з інших регіонів та із за кордону, I_p	Сумарна місткість зерносховищ, $M_{\text{З прогноз}}$
Миколаївській	3566,3	713,3	17,8	2870,8

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

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

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

$\Sigma ПЗ_i$ – сумарна потужність i -тих зерносховищ, тис. тонн (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. тонн. Приймаємо за даними джерела «Елеваторні втрати України через війну на червень 2023 року» сайту <https://elevatorist.com/blog/read/853-elevatorni-vtrati-cherez-viynu-na-cherven-2023-roku>) [13] для Миколаївській області $\Sigma ПЗ_i = 2483,5$ тис. тонн.

$$\Delta ПЗ = 2870,8 - 2483,5 = 387,3 \text{ тис. тонн.}$$

На основі аналізу показника $\Delta ПЗ$ можна зробити висновки про наявність дефіциту місткості для зберігання зерна, так як $\Delta ПЗ > 0$. В даному регіоні є дефіцит місткостей, що складає 387,3 тис. тонн > 0 .

Про доцільність будівництва нового елеватора запланованої місткості можна судити за $\Delta ПЗ \geq ПЗ$, тобто 387,3 тис. тонн $> 5,8$ тис. тонн. Отже, будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно;

Вантажооборот (B) підприємства елеваторної галузі розраховуємо за формулою:

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

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

K_0 – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для запланованого міні- елеватора $K_0 = 1,0$.

$$V = 1,0 \times 5,8 = 5,8 \text{ тис. тонн,}$$

Вихідні дані для розробки проєкту будівництва міні-елеватора див. у табл. 2.4.

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

Показники	Значення
Місткість елеватора, який проєктується, тонн	5 800
Область	Миколаївська
Коефіцієнт обороту місткості зерносховища, K_0	1,0
Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A_{пр}^a$, т/рік	5800
у тому числі:	
Річний об'єм приймання ранніх культур, $A^{a(p)}_{пр}$, т/рік	2500
Пшениці, т/рік	1650
Ячмінь, т/рік	850
Частки зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т:	
Сухе (W до 15 %) , α_0	0,80
Вологе: (W понад 15-17 % вкл.), α_1	0,10
(W понад 17-22 % вкл.), α_2	0,10
Період заготівель ранніх культур, Пр, діб	12
Тривалість приймання зерна з автотранспорту протягом доби, Т, год.	24
Річний об'єм приймання пізніх культур, $A^{a(m)}_{пр}$, т/рік	3300
Кукурудзи, т/рік	3300
Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т-том:	
Сухе (W до 15 %) α_0	0,70
Вологе: (W понад 15-17 %, вкл.) α_1	0,10
(W понад 17-22 %, вкл.) α_2	0,20
Період заготівель пізніх культур, Пр, діб	17
Загальний річний обсяг відвантаження зерна на автомобільний транспорт, $A_{вп р}^a$, тонн/рік	5800
Кількість місяців відпускання зерна на а/т на рік, N, міс.	6
Тривалість відпускання зерна на а/т за місяць, $T_{вп м}^a$, діб	22
Тривалість відпускання зерна на а/т за добу, $T_{вп д}^a$, год.	8
Коефіцієнт місячної нерівномірності відпускання на а/т, $K_{вп м}^a$	1,8
Коефіцієнт добової нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп д}^a$	1,7
Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпускання зерна на а/т, $K_{вп г}^a$	1,0

Всі розрахунки проведені у відповідності до методичних вказівок [12].

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Миколаївської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. тонн в Миколаївській області.

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Основні розрахункові положення

Періоди (рік, місяць, доба, година), за які на елеваторі або хлібоприймальному підприємстві виконані максимальні об'єми роботи по прийманню і відпусканню зерна, називають розрахунковими. Ці об'єми роботи в фізичних тоннах використовують для розрахунку обладнання елеватора, що проектується.

Розрахунок об'єму заготівель зерна в заліковій масі ($A_{\text{зал}}$, т), в перерахунку у фізичні тонни (A) здійснюють за формулою:

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

де $K_{\text{ф}}$ – коефіцієнт перерахунку залікової маси в фізичні тонни (приймаємо $K_{\text{ф}}=1$).

У нашому випадку вихідні дані обсягів роботи з приймання та відпуску зерна на запланованому міні-елеваторі задані у фізичних тонах, тому такий перерахунок нам виконувати не треба.

Тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна (P_r), визначають з урахуванням термінів і організації збору врожаю, кліматичних умов. Ми приймаємо за завданням: для ранніх культур $P_r = 12$ діб; для пізніх культур $P_r = 17$ діб.

Коефіцієнт добової ($K^{\text{ад}}$) нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом приймаємо в залежності від обсягу заготівель (A) і тривалості розрахункового періоду (P_r) за табл. 1.1 [14]:

- для ранніх культур $K^{\text{ад}} = 1,6$;
- для пізніх культур $K^{\text{ад}} = 1,7$.

Коефіцієнти погодинної нерівномірності надходження зерна автомобільним транспортом ($K^{\text{ат}}$) в залежності від максимального добового надходження приймаємо по таблиці 1.2 [14] для ранніх та пізніх культур $K^{\text{ат}} = 2,9$;

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Поросюк Ю.В.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Станкевич Г.М.					25	131
Консультант		Станкевич Г.М.						
		.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						
						ОНТУ, гр. ТЗХ-416		

Кількість партій зерна, що надходять автомобільним транспортом за добу (P_d), залежить від об'єму заготівель (A), тривалості розрахункового періоду (P_p) і числа різнорідних партій, що надходять за цей період приймаємо з табл. 1.4 [14]. Можливе число різнорідних партій зерна (P), що надходить автомобільним транспортом на підприємство протягом розрахункового періоду (P_p) приймаємо по табл. 1.3 [14]: для ранніх культур $P = 10$; для пізніх $P = 5$.

Показники якості зерна, що надходить автотранспортом встановлюємо технологічним пошуком:

а) долі зерна ранніх культур різної вологості:

α_0 (W до 14 %) = 0,80; α_1 (W 14-17 %) = 0,10; α_2 (W 17-19 %) = 0,10;

б) долі зерна пізніх культур різної вологості, (W):

α_0 (W до 14 %) = 0,70; α_1 (W 14-17 %) = 0,10; α_2 (W 17-19 %) = 0,20.

Розрахункову вантажопід'ємність автомобіля встановлюємо за даними технологічного пошуку і приймаємо такою, що дорівнює 20 т.

Розрахунковий час роботи стаціонарних зерносушарок на міні-елеваторах та заготівельних приймають 615 год/місяць, а пересувних – 540 годин. Розрахунковий час обладнання (крім зерносушарок) T - приймаємо 24 год на добу.

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

3.1.1.1 При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий ($A_{пд}^a$) і погодинний ($A_{пг}^a$) об'єми розраховуємо окремо для ранніх і пізніх культур за формулами:

$$A_{пд}^a = \frac{0,8 \times A_{пр}^a \times K_d^a}{P_p}, \text{ т/добу} \quad (3.2)$$

$$A_{пг}^a = \frac{A_{пр}^a \times K_r^a}{T}, \text{ т/год} \quad (3.3)$$

де K_d^a і K_r^a – коефіцієнти добової і погодинної нерівномірності надходження зерна;

P_p – тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % запланованого об'єму заготівель зерна; приймаємо за завданням;

T – тривалість добового надходження зерна, $T=24$ год.

Приймаємо:

а) для ранніх культур приймаємо: $K_r^a=2,9$; $K_d^a=1,6$; $P_p=12$ діб; $T=24$ год;

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \times 2500 \times 1,6}{12} = 266 \text{ т/добу}$$

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{266 \times 2,9}{24} = 32 \text{ т/год}$$

б) для пізніх культур приймаємо: $K_r^a=2,9$; $K_d^a=1,7$; $P_p=17$ діб; $T=24$ год.

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \times 3300 \times 1,7}{17} = 264 \text{ т/добу}$$

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{264 \times 2,9}{24} = 32 \text{ т/год}$$

Більше з отриманих значень, у даному випадку – добові та погодинні обсяги надходження зерна ранніх культур, використовуємо в подальших розрахунках обладнання елеватора і його приймально-відпускних пристроїв.

3.1.1.2 При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:

Розрахункове місячне відпускання:

$$A_{\text{вп м}}^a = \frac{A_{\text{вп р}}^a}{N} \times K_{\text{вп м}}^a, \text{ т/міс} \quad (3.5)$$

$$A_{\text{вп м}}^a = \frac{5800}{6} \times 1,8 = 1740 \text{ т/міс}$$

Розрахункове добове відпускання:

$$A_{\text{вп д}}^a = \frac{A_{\text{вп м}}^a \times K_{\text{вп}}^a}{T_{\text{вп м}}^a}, \text{ т/добу} \quad (3.6)$$

$$A_{\text{вп д}}^a = \frac{1740 \times 1,7}{22} = 135 \text{ т/добу}$$

Розрахункове погодинне відпускання:

$$A_{\text{вп г}}^a = \frac{A_{\text{вп д}}^a}{T_{\text{вп г}}^a} \times K_{\text{вп г}}^a, \text{ т/год} \quad (3.7)$$

$$A_{\text{вп г}}^a = \frac{135}{8} \times 1,0 = 16,9 \text{ т/год}$$

де N — число місяців відпускання на автомобільний транспорт, приймаємо $N = 5$ міс.;

Коефіцієнти місячної, добової і погодинної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт $K_{ВП\ M}^a$, $K_{ВП\ Д}^a$, $K_{ВП\ П}^a$, — визначають технологічним пошуком, приймаємо: $K_{ВП\ M}^a = 1,8$; $K_{ВП\ Д}^a = 1,7$; $K_{ВП\ П}^a = 1,0$.

Тривалість відпускання за місяць, добу ($T_{ВП\ M}^a$, $T_{ВП\ Д}^a$, відповідно) приймаємо: $T_{ВП\ M}^a = 24$ доби, $T_{ВП\ Д}^a = 8$ годин.

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

3.1.2.1 Визначення кількості та продуктивності зерноочисного обладнання

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

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

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

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення сухого зерна ($\sum Q_c$) визначають за формулою:

$$\sum_i^n Q_c = \frac{0,04}{Pr} \left(\frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \frac{A_n}{K_n} \right), \text{ т/год} \quad (3.8)$$

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

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

$$K_2 = \frac{0,8 \times 1,0 + 0,1 \times 0,95 + 0,1 \times 0,56}{0,8 + 0,1 + 0,1} = 1,0$$

$$K_2 = \frac{0,75 \times 0,80 + 0,15 \times 0,76 + 0,10 \times 0,6}{0,75 + 0,15 + 0,10} = 0,8$$

$$\sum_i^n Q_c = \frac{0,04}{12} \left(\frac{1650}{1,0} + \frac{850}{0,8} \right) = 9,0 \text{ т/год}$$

Розрахунки показали, що для здійснення очищення основного зерна необхідно встановити сепаратор з фактичною продуктивністю не менше $Q_c = 9,0$ т/год.

Приймаємо рішення про встановлювання одного сепаратора А1-БЦС-50 продуктивністю $Q=50$ т/год.

Місткість бункерів над і під зерноочисними машинами в елеваторах всіх типів повинна забезпечувати зерном їх 2-3 годинну роботу і не повинна бути менше ніж за продуктивність основних норій елеватора.

Для забезпечення можливості швидкого переходу з очищення однієї партії зерна на іншу над і під сепараторами рекомендується передбачити не менше двох бункерів з можливістю подачі зерна на сепаратор з кожного надсепараторного бункера і з сепаратора в кожний під сепараторний бункер. Допускається установка сепараторів без оперативних бункерів.

3.1.2.2 Визначення кількості та продуктивності зерносушарок

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

При виборі типу зерносушарки потрібно орієнтуватися на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа — враховувати необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно.

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

$$A_{\text{під}}^p = 0,8 \times A_{\text{пр}}^a \times K_b \times K_k^3 \times K_n, \text{ пл. т} \quad (3.9)$$

Для ранніх культур:

$$A_{\text{під}}^p = 0,8 \times 2500 \times 0,3 \times 1,0 \times 1,0 = 600 \text{ пл. т}$$

Для пізніх культур:

$$A_{\text{під}}^n = 0,8 \times 3300 \times 0,4 \times 1,54 \times 1,0 = 1626 \text{ пл. т}$$

де $A_{\text{пр}}^a$ – маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

K_v – коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння.

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

$$A_c^{3/c} = 20,5 \times Q_{з/с п}^n \times K_{пер} \times P_p \times K_{д, пл.т} \quad (3.10)$$

Для ранніх культур:

$$A_c^{3/c} = 20,5 \times 5 \times 0,73 \times 12 \times 1 = 898 \text{ пл. т}$$

Для пізніх культур:

$$A_c^{3/c} = 20,5 \times 5 \times 1,0 \times 17 \times 1 = 1743 \text{ пл. т}$$

де $Q_{з/с п}^n$ – паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_{пер}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї; приймаємо для ранніх культур $K_{пер} = 0,73$, а для пізніх – 1,0;

$K_{д}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при роботі із зерноскладами ($K_{д} = 0,8$); із елеваторами ($K_{д} = 1$);

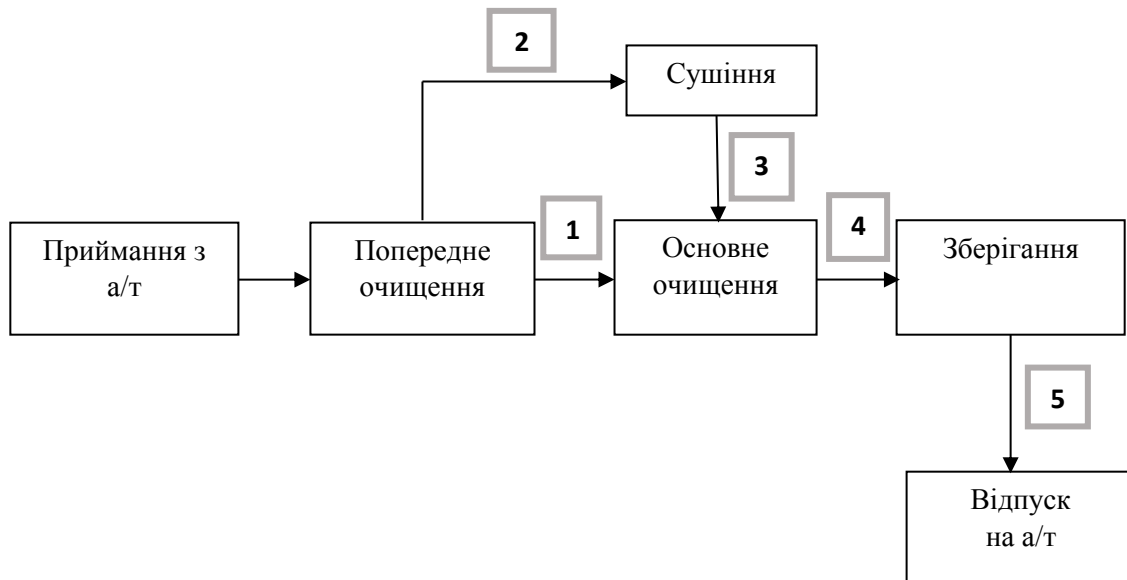
20,5 – кількість годин роботи зерносушарки протягом доби, год.

Розрахунки показали, що для сушіння для здійснення сушіння заданих обсягів зерна необхідно встановити одну зерносушарку з плановою продуктивністю 5 пл.т/год.

Загальну місткість оперативних бункерів для сирого і сухого зерна слід приймати з розрахунку безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин, тобто $5 \times 8 = 40$ т.

3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурною називається схема технологічного процесу, яка показує послідовність виконання операцій з зерном на підприємстві [15]. Структурна схема зображена на рис. 3.1.

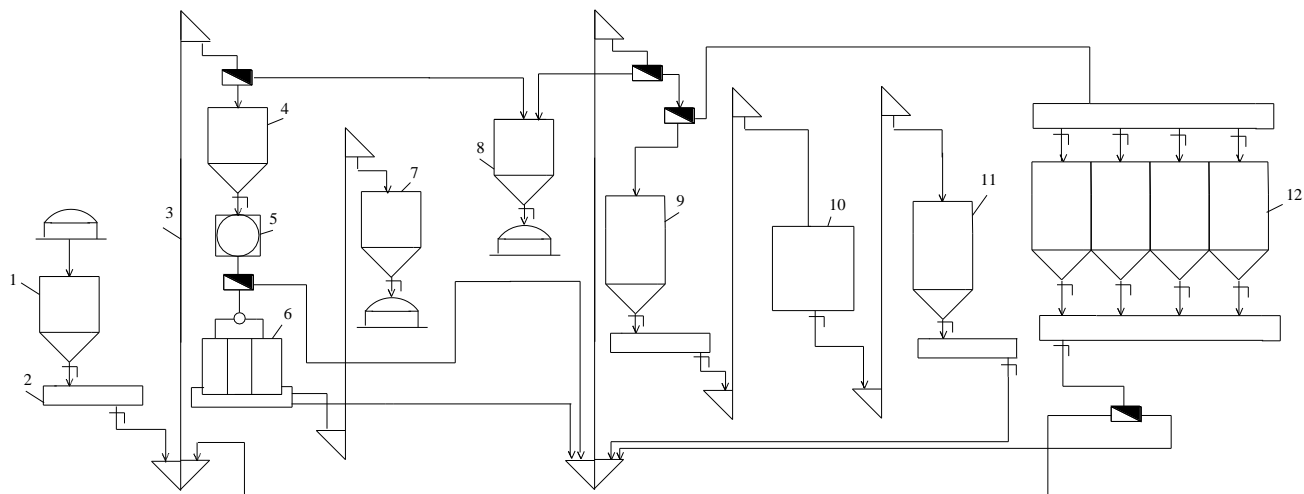


1 – подача сухого зерна в потоці приймання з а/т після попереднього очищення на основне очищення; 2 – подача вологого зерна в потоці приймання з а/т після попереднього очищення на сушіння; 3 – подача просушеного зернана основне очищення;
4 – подача очищеного зерна на зберігання; 5 – подача зерна на відпуск на а/т

Рисунок 3.1 – Структурна схема технологічного процесу

Принципова схема будується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюваний бункер чи силос [15].

У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерночисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення. Принципова схема зображена на рис. 3.2.



- 1 – приймальний бункер; 2 – конвеєр ланцюговий; 3 – норія; 4 – оперативний бункер;
 5 – машина для попереднього очищення; 6 – машина для основного очищення;
 7 – бункер відходів; 8 – відпускний бункер; 9 – досушительний бункер; 10 – зерносушарка;
 11 – післясушительний бункер; 12 – силоси

Рисунок 3.2 – Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора

Автомобілі з зерном, після відбору проб для аналізу, розвантажують в приймальний бункер (1), з якого приймальним ланцюговим конвеєром (2) зерно подають на норію (3). Норія подає зерно в надсепараторний бункер 4, з якого зерно поступає на машину для попереднього очищення (5), після якої зерно може подаватися на наступне обладнання – машину для основного очищення (6) або на сушіння. Відходи, які залишилися після основного очищення, транспортують у бункер відходів (7). Очищене зерно подають на норію, яка може подавати зерно на зберігання в силоси (12), якщо воно сухе, або в досушительний бункер (9), якщо воно вологе та сире і потребує сушіння. Після досушительного бункера (9), зерно подається на сушіння в зерносушарку (10), після якої, поступає в післясушительний бункер (11). Відпуск зерна може здійснюватися після очищення, сушіння або зберігання. Зерно подають в відпускний бункер (8). Відпуск зерна здійснюється на автотранспорт.

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

3.1.4.1 Розрахунок основних норій

Норії, що встановлюються в споруди хлібоприймальних підприємств і елеваторів, в залежності від технологічного призначення поділяються на основні і спеціалізовані. До спеціалізованих норій відносять: зерносушильні; ті, що подають зерно на попереднє очищення в потоці приймання; для транспортування відходів; для розвантаження і відвантаження засобів доставки зерна і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні ємкості.

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачати: можливість подачі кожного основного потоку зерна не менш ніж на 2 норії; забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби.

Вибір основних норій елеватора проводять, виходячи з умови забезпечення виконання всіх зовнішніх і внутрішніх операцій із зерном, які можуть збігатися в часі в розрахункову добу.

При цьому в розрахункову добу повинні бути виконані наступні невідкладні операції:

зовнішні – розрахункові добові прийоми і відпуски по видах транспорту;

внутрішні – основне очищення зерна в обсязі.

$$A_{\text{очд}} = A_{\text{пд}}^a + 0,5(A_{\text{пд}}^z + A_{\text{пд}}^3), \text{ т} \quad (3.11)$$

$$A_{\text{очд}} = 266 \text{ т}$$

сушіння зерна в обсязі:

$$A_{\text{сд}} = A_{\text{пд ран.}} \cdot (1 - \alpha_0), \text{ т} \quad (3.12)$$

$$A_{\text{сд}} = 266 \cdot (1 - 0,8) = 53 \text{ т}$$

Розрахунок кількості та продуктивності основних норій здійснюють у три етапи [14]:

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

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

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

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

Виконуємо розрахунки.

1) Мінімальну продуктивність норій визначаємо із умови виконання операції, що лімітує, у нормативний час не більш ніж двома норіями.

Для операції приймання зерна з автотранспорту:

$$Q_{\min}^a = \frac{A_{\text{пгод}}^a}{n_0 \cdot K_{\text{вс}} \cdot K_{\text{ін}}}, \text{ т/год} \quad (3.13)$$

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

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

$K_{\text{ін}}$ – коефіцієнт використання норій;

$n_0 \leq 2$ – число норій, що одночасно беруть участь в операції.

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

$$K_{\text{вс}} = (\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \cdot K_{\text{п}} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) \cdot 1 \quad (3.14)$$

приймаючи відповідно до норм $K_{\text{п}} = 0,85$ для тихохідних норій.

$$K_{\text{вс}} = 0,1 \cdot 0,85 + (1 - 0,20) \cdot 1 = 0,885$$

$$Q_{\min}^a = \frac{32}{1 \cdot 0,885 \cdot 0,85} = 42,5 \text{ т/год.}$$

Приймаємо $Q_{\min}^a = 50$ т/год.

2) Розрахунок кількості норій для виконання операцій, що збігаються у часі, проводимо у відповідності з табл. 3.1.

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

№ п/п	Операції, співпадаючі у часі	Розрахункова формула	Кількість норій при $Q_{min}=50 \text{ т/год}$
1	Приймання зерна з автотранспорту	$n_n^a = A_{пг}/Q * K_v * K_n$	$32/50 \times 0,9 \times 0,885 = 0,80$
2	Відпускання зерна на автотранспорт	$n_n^a = A_{впд}/Q * K_v * K_n$	$135/24 \times 50 \times 0,85 = 0,13$
3	Прибирання зерна після основного очищення в силоси	$n_n^{oc} = A_{сд}/24 * Q * K_v$	$266/24 \times 50 \times 0,885 = 0,25$
4	Подача зерна після сушіння на основне очищення	$n_n^c = A_{сд}/24 * Q$	$266 \times 0,2/24 \times 50 \times 0,95 = 0,05$
	Всього норій	ΣN	1,23

де $A_{пгод}^a$ – погодинний об'єм надходження зерна;
 $A_{очд}$, $A_{сд}$ – добові об'єми очищення і сушіння зерна;
 $K_{ін}$ – коефіцієнт використання норій.

3) Наступним остаточним кроком в розрахунку норій є визначення їх кількості для виконання всіх операцій. Розрахунок проводиться у відповідності з табл. 3.2.

Потім, остаточна необхідна кількість норій розраховують за формулою

$$N_n = \frac{\sum N_r}{24 \times K_t'} \quad (3.15)$$

K_t – коефіцієнт використання норій за часом табл. 1.19 [14].

$$N_{n_1} = \frac{16,0}{24 \times 0,65} = 1,25 = 2 \text{ норії}$$

$$N_{n_2} = \frac{8,48}{24 \times 0,65} = 0,54 = 1 \text{ норія}$$

Розрахунки показали, що необхідно і достатньо використовувати 2 норії $Q=50 \text{ т/год}$ або 1 норію $Q=100 \text{ т/год}$. Приймаємо за необхідне використовувати 2 норії з продуктивністю 50 т/год ($Q=50 \text{ т/год}$), так як це забезпечить більшу кількість можливих маршрутів руху зерна.

Таблиця 3.2 – Розрахунок кількості норіє-годин

№ п/п	Найменування операцій	Розрахункова формула	Кількість норій при $Q_{\min}=Q_{\min 1}=50$ т/год	Кількість норій при $Q_2=100$ т/год
1	Подача зерна в потоці приймання з автотранспорту (а/т) на основну очистку	$H_n^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_n^a = \frac{266 \cdot 0,8}{50 \cdot 0,9} = 4,73$	$H_n^a = \frac{266 \cdot 0,8}{100 \cdot 0,85} = 2,50$
2	Подача зерна в потоці приймання з а/т на сушіння	$H_n^a = \frac{A_{пд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_n^a = \frac{266 \cdot 0,2}{50 \cdot 0,9} = 1,18$	$H_n^a = \frac{266 \cdot 0,2}{100 \cdot 0,85} = 0,63$
3	Подача зерна після сушіння на основну очистку	$H_c = \frac{A_{сд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_c = \frac{53}{50 \cdot 0,9} = 1,18$	$H_c = \frac{53}{100 \cdot 0,85} = 0,63$
4	Прибирання після основної очистки на зберігання	$H_{оч} = \frac{A_{очд}}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{оч} = \frac{266}{50 \cdot 0,9} = 5,91$	$H_{оч} = \frac{266}{100 \cdot 0,85} = 3,13$
5	Подача зерна на відпуск на автотранспорт	$H_{вп}^a = \frac{A_{впд}^a}{Q_i \cdot K_{ін}}$	$H_{вп}^a = \frac{135}{50 \cdot 0,9} = 3,00$	$H_{вп}^a = \frac{135}{100 \cdot 0,85} = 1,59$
6	Всього глоріє-годин	ΣH_z	16,00	8,48

3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

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

Продуктивність конвеєрів, що встановлюють в приймально-відпускних пристроях, варто приймати відповідно до продуктивності відповідних транспортно-технологічних потоків, а кількість конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями.

Продуктивність під- та надсилосних конвеєрів повинна відповідати продуктивності пов'язаних з ними норій (так як в робочий башті після головок норій вагове обладнання ми не встановлюємо).

Кількість надсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються при завантаженні зерна в силоси.

Кількість підсилосних конвеєрів визначається об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи.

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.) приймаємо: діаметр $\varnothing=150$ мм, для продуктивність транспортуючого обладнання $Q=50$ т/год.

Кут нахилу зернопроводу в комунікаціях приймаємо не менше за 45° (соняшник), а на всіх інших – 36°

Кут нахилу зернопроводів у спорудах, де передбачається зберігання рису-зерна, соняшнику, вівса, ячменю, рицини, потрібно приймати не менше за 45° .

На прямих ділянках зернопроводу для рису-зерна і соняшнику довжиною більше 4-х передбачати гальмові пристрої.

Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, потрібно приймати за табл. 1.20 [14].

Товщину металу для зернопроводів рекомендується приймати 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

3.1.5.1 Вивантаження зерна з автомобільного транспорту

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження ($A_{\text{пр}}^a$) з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

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

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

$$N_{л} = A_{пг}^a / (Q_{л}^a \times K_{к}^m \times K_{вз}^m), \text{ шт.}, \text{ при } P^c = \Sigma P_{mn}^c \quad (3.16)$$

де $Q_{л}^a$ – продуктивність транспортно-технологічного потоку приймання зерна з автотранспорту (т/год);

$K_{к}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці, приймаємо середнім $K_{к}^T = 0,92$.

$K_{вз}$ – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні зерна різного по вологості та засміченості, приймаємо середнім $K_{вз}^T = 0,97$;

P^c – кількість різнорідних партій зерна, що надходять за добу;

ΣP_{mn}^c – сумарна кількість партій зерна, що направляються на приймальний потік за добу;

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

$$N_{л} = 1,2 \times 31,9 / (48 \times 0,97 \times 0,92) = 0,92 = 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один транспортно-технологічний потік продуктивністю $Q=50$ т/год, що узгоджена з продуктивністю основних норій міні-елеватора, і так як плануємо приймати зерно з автомобілів-самоскидів, то в цьому випадку, не потрібно встановлювати авторозвантажувач, що призводить до економії капіталовкладень на закупівлі коштовного обладнання.

3.2 Обробка і зберігання відходів

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3 Проектування зерносховищ

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

Тому, було прийнято рішення встановити металеві силоси з плоским дном марки МСВУ.147.хх.В12 українського виробника «ЛУБНИМАШ» (Полтавська обл., м. Лубни) у кількості 4 шт. Діаметр одного силосу $d=14,66$ м, висота $h = 11,75$ м, місткість для пшениці, $E = 1450$ т.

$$E_e = E_c \cdot n, \text{ т} \quad (3.17)$$

де E_e – місткість елеватора, т;

E_c – місткість силосу, т;

n – кількість силосів, шт.

$$E_e = 1450 \cdot 4 = 5800 \text{ т.}$$

3.4 Визначення розмірів робочої башти у плані

Можливий ряд варіантів розміщення устаткування в робочій башті в плані (різноманітне проектування) [15]:

- основні норії можуть розташовуватися віссю барабана уздовж довгої осі робочої башти, або перпендикулярно їй. У першому випадку заповнення надвагових бункерів зручніше, ніж у другому, коли їх заповнюють самопливом, розташованим під кутом 90° до напрямку потоку зерна, що входить з норій;

- розташування приводних пристроїв норій також може бути різним (дод. А);

- остаточне положення норій на планах поверхів робочої башти вибирають з урахуванням зручності ув'язування його із силосними корпусами;

- сепаратори звичайно розміщують на планах поверхів так, щоб їхні приймальні коробки були з боку вікон (дод. Б).

При розміщенні устаткування на планах поверхів робочої башти за різними варіантами необхідно враховувати:

- природну освітленість робочих місць;

- зручність його обслуговування;

- дотримання норм проходів від стін до відповідального устаткування (з урахуванням розміру $\frac{1}{2}$ колони), між устаткуванням, регламентованих правилами охорони праці і техніки безпеки.

Розміри робочої башти елеватора в плані визначають за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів робочої башти елеватора: головок норій, вагового, розподільчого і зерноочисних машин.

По кожному варіанту розміщення устаткування в робочій башті знаходять диктуючі поверхи, їх довжину, і ширину, і записують можливі варіанти розмірів робочої башти в плані [15].

У нашому випадку, за результатами аналізу розмірів планів головок основних норій та сепаратора, побудованих за різними варіантами розташування, нами було прийнято:

- обираємо варіант розташування основних норій віссю барабана перпендикулярно довгій вісі робочої башти (з розмірами поверху 4440x3890 мм – довжина X ширина);

- обираємо варіант 1б) розташування сепаратора основного очищення А1-БЦС-50 (з розмірами поверху 5840 x 4612 мм).

Таким чином довжину та ширину робочої башти буде диктувати поверх сепаратора А1-БЦС-50. Остаточо, з урахуванням будівельних норм та сітки колон, приймаємо розміри робочої башти проектуемого міні-елеватора у плані 6000 x 6000 мм.

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти

3.5.1 Розрахунок висоти поверху головок норій робочої башти елеватора

При установці норій паралельно довгій осі робочої башти, коли самоплив, що подає зерно з норії на надсилосний конвеєр, розташований під прямим кутом до подовжньої осі норії, висота поверху головок норій складається (рис. 3.3) [15]:

$$H_{г.н} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ м} \quad (3.18)$$

де h_1 – монтажна висота, 0,5 м;

h_2, h_3 – висоти, обумовлені конструкцією норії, $h_2+h_3= 1,3$ м

h_4 – висоти спеціального патрубку, $h_4 = 0,440$ м;

h_5 – висота проекції диктуючого самопливу, який подає зерно на надси-
лосний конвеєр, на вертикальну площину, $h_5 = 1,2$ м

$$H_{г.н} = 0,5 + 1,3 + 0,440 + 1,2 = 3,44 = 3,5 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башти збірної конструкції висота по-
верху головок норій 3500 мм.

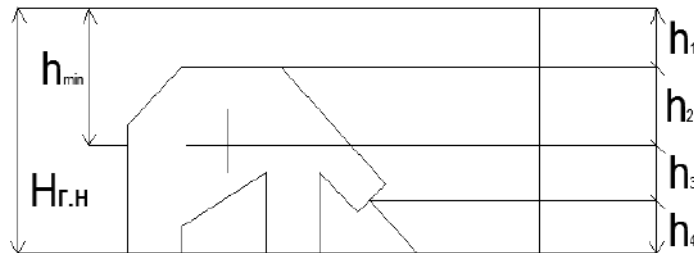


Рисунок 3.3 – Складові висоти поверху головок норій

3.5.2 Розрахунок висоти поверху башмаків норій робочої башти елева- тора

Висота поверху башмаків норій $H_{б.н}$, якщо немає поперечних конвеєрів, ро-
зраховується згідно рис. 3.4 [15]:

$$H_{б.н} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9, \text{ м} \quad (3.19)$$

де h_1 – висота підставки під башмак, призначеної для зручності спорож-
нювання норії при завалі, $h_1 = 0,1$ м;

h_2 – відстань від нижньої крайки до приймального носка норії, $h_2 = 0,8$ м;

h_3 – висота введення самопливу в приймальний носок норії, $h_3 = 0,44$ м;

h_5 – висота проекції диктуючого самопливу, який подає зерно в приймаль-
ний носок норії з підсилосного конвеєра, на вертикальну площину, $h_5 = 1,55$ м;

h_4, h_6 – висоти секторів, що входять в диктуючу лінію, $h_4 + h_6 = 0,12$ м;

h_7, h_8 – висоти, обумовлені конструкцією скидальної коробки підсилосного
конвеєра, $h_7 + h_8 = 0,6$ м;

h_9 – висота необхідна для монтажу і ремонту скидальної коробки підсилос-
ного конвеєра, $h_9 = 0,5$ м.

$$H_{б.н} = 0,1 + 0,8 + 0,44 + 1,55 + 0,12 + 0,6 + 0,5 = 4,11 = 4,2 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції висота поверху башмаків норій 4200 мм.

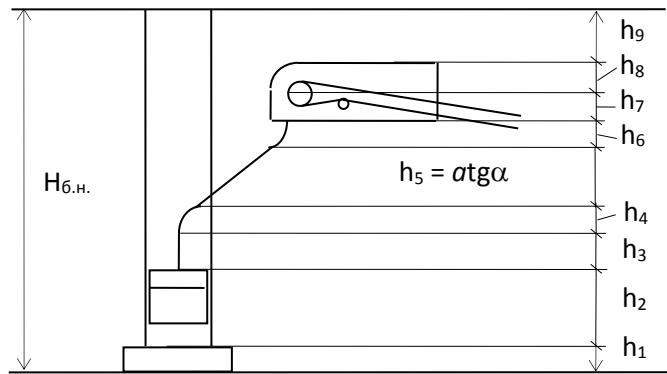


Рисунок 3.4 – Складові висоти поверху башмаків норій

3.5.3 Розрахунок висот поверхів зерноочисних машин робочої башти елеватора

Висота поверху сепаратора основного очищення складається (рис.3.5) [15]:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6, \quad \text{м} \quad (3.20)$$

де h_1 – висота розташування приймальної коробки сепаратора, $h_1=3,55$ м;

h_2 – висота введення самопливної труби в приймальну коробку, $h_2=0,4$ м;

h_3, h_5 – висота секції самопливної труби, $h_3=h_5=0,12$ м;

h_4 – величина проекції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, $h_4=1,307$ м;

h_6 – висота косої патрубку під бункером, $h_6=0,4$ м.

$$H_c = 3,55 + 0,4 + 0,12 + 1,307 + 0,4 = 5,8 = 6 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції висота поверху сепараторів основного очищення $H_c = 6000$ мм.

Висота поверху скальператора попереднього очищення складається:

$$H_c = h_1 + h_2 + h_3, \quad \text{м} \quad (3.21)$$

де h_1 – висота розташування приймальної коробки сепаратора, $h_1=1,665$ м;

h_2 – величина проекції диктуючої самопливної труби, на вертикальну площину, $h_2=1,709$ м;

h_3 – висота необхідна для монтажу і ремонту, $h_3=0,5$ м

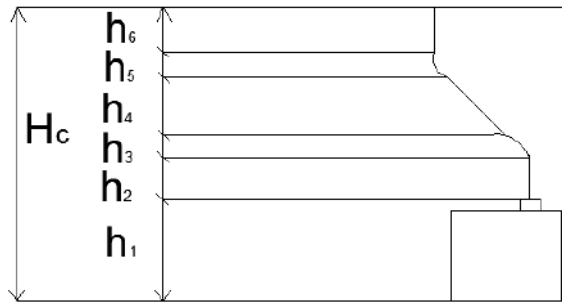


Рисунок 3.5 – Складові висоти поверху скальператора

$$H_c = 1,665 + 1,709 + 0,5 = 3,955 = 4 \text{ м}$$

Розрахунки показали, що для металевої башні збірної конструкції висота поверху скальператора попереднього очищення $H_c = 4000$ мм.

3.5.4 Розрахунок висоти поверху надсепараторного бункера робочої башти елеватора

Висоту надсепараторного бункера розраховують як [15]:

$$h_{нсб} = \frac{E_{нсб}}{\psi \cdot \gamma \cdot A \cdot B}, \text{ м}, \quad (3.22)$$

де ψ – коефіцієнт використання обсягу бункера; $\psi = 0,45 \dots 0,6$;

γ – об'ємна маса зерна, $\gamma = 0,75 \text{ т/м}^3$;

A, B – розміри бункера в плані, $A = 6 \text{ м}, B = 3 \text{ м}$;

$E_{нсб}$ – ємність надсепараторного бункера, $E_{нсб} = 50 \text{ т}$.

$$h_{нсб} = \frac{50}{0,61 \cdot 0,75 \cdot 6 \cdot 3} = 6,07 = 6 \text{ м}.$$

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів

Після розрахунку і вибору основного обладнання, зерноочисних машин, зерносушарок і транспортуючого обладнання, було прийняте рішення встановити приймальний бункер місткістю $E=30 \text{ т}$, досушительний і післясушительний бункер СМВУ.46.05 К45.В12 місткістю кожен по $E=43 \text{ т}$, відпускний бункер СМВУ.37.02 К45.В12 місткістю $E= 50 \text{ т}$ (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Таблиця місткостей

Найменування	Умовні позначення	Кількість	Місткість, т	
			одного	всіх
Приймальний бункер	ПБ	1	30	30
Надсепараторний бункер	НСБ	1	50	50
Досушительний бункер	ДС	1	43	43
Післясушительний бункер	ПС	1	43	43
Силоса	С	4	1450	5800
Відпускний накопичувальний бункер	ВНБ	1	50	50
Всього				6016

3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз

РСРЗіВ показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана операція і місце між операційних бункерів [16].

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

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

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

Перебудова маршруту – це зміна напрямку руху зерна, яка супроводжується пуском та зупинкою окремих машин, переміщенням скидаючих візків в нове положення, переміщення поворотних труб в нове положення, відкривання та закривання

засувок перед чи після бункерів та силосів, зміною положення перекидного клапану.

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

3.7.1 Опис РСРЗіВ

Лінія приймання з автотранспорту

Приймання зерна здійснюється одним потоком. Зерно з автомобілів-самоплівів подається у приймальний бункер з $E=30$, з якого поступає на башмак приймальної норії НЦ-50 №1 $Q=50$ т/год, з якої зерно надходить у надсепараторний бункер НСБ $E=50$ т., після якого воно подається на попередню очистку на скальператорі А1-БЗО-50, $Q=50$ т/год для видалення грубих і легких домішок. За допомогою перекидного клапану ПК-2 попередньо очищене сухе зерно може подаватися у сепаратор А1-БЦС-50 для основного очищення, а вологе та сире попередньо очищене зерно – одразу ж подаватися на норію НЦ-50 №2 $Q=50$ т/год, яка подає зерно на лінію сушіння.

Лінія сушіння

Якщо зерно потребує сушіння, то його після попереднього очищення направляють у досушительний бункер ДС $E=43$ т., з якого за допомогою скребкового конвеєра КСЛ №3 $Q=10$ т/год зерно подається на спеціалізовану норію НЦ-10 №3 $Q=10$ т/год і направляється у зерносушарку «Україна-5» $Q=5$ пл.т/год. Просушене зерно надходить у післясушительний бункер ПС $E=43$ т за допомогою норії НЦ-10 №4 $Q=10$ т/год. З ПС бункера зерно за допомогою скребкового конвеєра КСЛ №4 $Q=50$ т/год подається у норію УН-50 №2 $Q=50$ т/год і далі - на зберігання.

Лінія зберігання

Зберігання зерна здійснюється в 4-ох силосах №1, №2, №3, №4 кожен місткістю $E=1450$ т, які обслуговуються над- і підсилосними ланцюговими конвеєрами КСЛ №1 і №2 $Q=50$ т/год., відповідно.

Лінія відпуску на автотранспорт

Зерно, що зберігається у силосах, вивантажується на підсилосний скребковий конвеєр №1 $Q=50$ т/год, з якого воно може бути подане за допомогою перекидного клапану ПК №5 на норії №1 або №2. За допомогою цих норій відбувається подача зерна у відпускний накопичувальний бункер ВНБ місткістю 50 т, з якого воно са-мопливом подається у кузов автомобілів.

3.7.2 Аналіз РСРЗіВ

Виконаний нами аналіз РСРЗіВ наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики технологічних ліній та рекомендації з усунення виявлених недоліків

Назва технологічної лінії	Характеристики і рекомендації з усунення виявлених недоліків
Приймання з а/т	Недоліком є відсутність автомобілерозвантажувача, так як це не дозволяє маханізувати процес вивантаження. Значним недоліком є те, що точка прийому сировини лише одна. У майбутньому бажано організувати другий пункт прийому з а/т для можливості одночасного приймання зерна різної якості або культур.
Приймальний бункер	Місткість приймального бункера дорівнює 30 т, що є оптимальним для приймання зерна з автотранспорту
Попередня очистка	Наявність скальператора А1-БЗО-50 є перевагою, адже можливо виконати попередню очистку зерна від крупних грубих та частково легких домішок безпосередньо в потоці приймання його з автотранспорту.
Основна очистка	На виробничій ділянці наявний сито-повітряний сепаратор А1-БЦС-50 з надсепараторним бункером ємністю 50 т. Наявність цього бункера є перевагою, так як це дозволяє рівномірно завантажувати сепаратор. Також ємність цього бункера відповідає нормативним вимогам (достатня для 1 години роботи норії та сепаратора).
Сушіння зерна	Для виконання процесу сушіння використовують зерносушарку Україна-5. Перевагою є наявність досушального і післясушального бункерів, ємність яких відповідає нормативним вимогам, тобто 8 годинам роботи зерносушарки.
Зберігання	Зерно зберігається у чотирьох металевих силосах, що забезпечує збережність його кількості та якості.
Відпуск на а/т	Відпуск виконується через ВНБ, ємність якого складає 50 т. Це дозволяє відокремити внутрішню роботу елеватора від зовнішньої та накопичувати достатньо велику партію зерна для вивантаження.

3.8 Зведений графік роботи елеватора

3.8.1 Розрахунки для побудови зведеного графіка

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

Він лежить в основі побудови експлуатаційного зведеного добового графіка роботи елеватора або його роботи в першу, найбільш напружену зміну.

Зведений графік дозволяє проаналізувати завантаження основного транспортного, зерноочисного і зерносушильного устаткування, оцінити роботу приймально-відпускних ліній елеватора і його оперативних бункерів [16].

Приймання з автомобільного транспорту

Визначаємо об'єм надходження зерна автомобільним транспортом у першу зміну:

$$A_{п\ I\ зм}^a = A_{пд}^a * \beta_1, \text{ т/зм.} \quad (3.23)$$

$$A_{п\ I\ зм}^a = 266 * 0,5 = 133 \text{ т/зм}$$

де $A_{пд}^a$ – добовий об'єм приймання ранніх культур ,т/год ;

β_1 – коефіцієнт, що враховує, що в першу зміну поступає 50 % добового надходження зерна.

Визначаємо окремо об'єм надходження автомобільним транспортом у першу зміну сухого, вологого і сирого зерна

$$A_{п\ I\ зм}^{сyx} = A_{алз\ м}^a * \alpha_0, \text{ т/зм,} \quad (3.24)$$

$$A_{п\ I\ зм}^{сyx} = 133 * 0,8 = 108,24 \text{ т/зм;}$$

$$A_{п\ I\ зм}^{вол} = A_{алз\ м}^a * (\alpha_1 + \alpha_2), \text{ т/зм,} \quad (3.25)$$

$$A_{п\ I\ зм}^{вол} = 133 * (0,1 + 0,1) = 23,76 \text{ т/зм}$$

Визначаємо кількість партій сухого , вологого , сирого зерна , що надходить автомобільним транспортом у першу зміну

$$n^{сyx} = \frac{A^{сyx} n_{лз}}{E n б}, \text{ партій} \quad (3.26)$$

$$n^{сyx} = \frac{108,24}{30} = 3,6 \text{ партій}$$

де $A_{пз}^{сух}$, $A_{пз}^{вол}$ – об'єм надходження сухого, волого зерна автомобільним транспортом у першу зміну т/зм;

$E_{пб}$ місткість приймального бункера, т

3 партії по 30 т, 1 партія по 18,24 т.

$$n^{вол} = \frac{A^{вол} n_{пз}}{E_{пб}}, \text{ партій} \quad (3.27)$$

$$n^{вол} = \frac{23,76}{30} = 0,8 \text{ партій}$$

1 партія – 23,76 т

Визначаємо фактичну продуктивність роботи приймального потоку у першу зміну з автомобільного транспорту

$$Q_{пз} = \frac{A_{пз}^a}{t_{пз}} \text{ т/ГОД}, \quad (3.28)$$

$$Q_{пз} = \frac{132}{8} = 16,5 \text{ т/ГОД.}$$

де $t_{пз}$ – тривалість зміни, год ($\tau = 8$ год);

Визначаємо час наповнення приймального бункера у першу зміну

$$t_n = \frac{60 \cdot E_{пб}}{Q_n^{факт}}, \text{ хв.} \quad (3.29)$$

$$t_n = \frac{60 \cdot 30}{16,5} = 109,1 \text{ хв.}$$

де $E_{пб}$ – місткість партії, т;

$Q_n^{факт}$ – фактична продуктивність роботи приймального потоку у першу зміну з автомобільного транспорту (продуктивність наповнення приймального бункера), т/год.;

Для залишкових партій сухого і волого зерна:

$$t_n^{сух} = \frac{60 \cdot 18,24}{16,5} = 66,3 \text{ хв.}$$

$$t_n^{вол} = \frac{60 \cdot 23,76}{16,5} = 86,4 \text{ хв.}$$

Час випорожнення приймального бункера на приймальну норію складає:

$$t_e = \frac{60 \cdot E_{пб}}{Q \cdot K_e}, \text{ хв.} \quad (3.30)$$

де K_B – коефіцієнт використання норій на данній операції ($K_B=0,8$).

$$t_g = \frac{60*30}{50*0,9} = 40 \text{ хв.}$$

Для залишкових партій сухого зерна:

$$t_g^{сух} = \frac{60*18,24}{50*0,9} = 24,32 \text{ хв.}$$

$$t_g^g = \frac{60*23,76}{50*0,9} = 31,68 \text{ хв.}$$

Очищення зерна

$$t_n^{НСБ} = \frac{60 * E_{ПБ}}{Q_n * K_g} = t_g^{ПБ}, \text{ хв.} \quad (3.31)$$

$$t_g^{НСБ} = \frac{60 * E^{ПБ}}{Q_{ск} * K_B} = t_{оч}^n = t_{оч}^{очн} \text{ хв.}$$

$$t_g^{НСБ} = \frac{60*30}{50*0,6} = 60 \text{ хв.}$$

Для залишкових партій сухого і вологого зерна:

$$t_g^{НСБсух} = \frac{60*18,24}{50*0,6} = 36,5 \text{ хв.}$$

$$t_g^{НСБв} = \frac{60*23,76}{50*0,6} = 47,52 \text{ хв.}$$

Сушіння зерна

Час наповнення досушильного силоса ($E_n = 50 \text{ т}$):

$$t_n^{\partial c} = \frac{60 * E_n}{Q_{cc} * K_{ск}} , \text{ хв.} \quad (3.32)$$

$$t_n^{\partial c} = \frac{60*23,76}{50*0,6} = 47,52 = t_{гСБ} = t_{очн} , \text{ хв.}$$

Для подальших розрахунків визначаємо продуктивність сушарки

$Q_{з/с}$ фіз.т у фізичних тонах, т/год, за формулою:

$$Q_{з/с} \text{ фіз.т} = Q_{з/с}^{\text{пл.т}} / K_{срдзв}, \text{ фіз.т/год.} \quad (3.33)$$

$$K_{срдзв} = \frac{K_1 * a_1 + K_1 * a_2}{a_1 + a_2} \quad (3.34)$$

$$K_{срдзв} = \frac{0,76*0,1 + 1,56*0,1}{0,2} = 1,16$$

$$Q_{з/с \text{ фіз.т}} = 5/1,16 = 4,3 \text{ фіз.т/год}$$

де Q – паспортна продуктивність зерносушарки, пл.т/год ($Q = 5$ пл.т/год);

Час випорожнення досушильного силоса:

$$t_o^{дс} = \frac{60 \cdot E_{п}}{Q_{з/с \text{ фіз.т}}}, \text{ хв.} \quad (3.35)$$

$$t_{oc} = \frac{60 * 23,76}{4,3} = 331,5 \text{ хв.}$$

Час випорожнення післясушильного силоса:

$$t_{оч} = t_e^{ПС} = \frac{60 * E_{п}}{Q_{сен} * K_e^{сен}}, \text{ хв.} \quad (3.36)$$

$$t_e^{ПС} = \frac{60 * 23,76}{50 * 0,8} = 35,64 \text{ хв.}$$

Відпуск на автомобільний транспорт

Час відпуску однієї партії ($E_{п} = 30$ т) складатиме:

$$t_e^{ВНБ} = \frac{60 * E_{п}}{Q_{н} * K_e}, \text{ хв.} \quad (3.37)$$

$$t_e^{ВНБ} = \frac{60 * 30}{50 * 0,9} = 40 \text{ хв.}$$

$$t_e^{ВНБ} = \frac{60 * E_{п}}{Q_{відн.потоку}}, \text{ хв.} \quad (3.38)$$

$$t_e^{ВНБ} = \frac{60 * 30}{17,9} = 101 \text{ хв.}$$

3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій

Після побудови зведеного графіку заповнюємо допоміжну таблицю зведених показників роботи основних норій по операціях в першу (найбільш напружену) зміну доби максимальної роботи з метою подальшого розрахунку коефіцієнтів використання основних норій (див. табл. 3.5).

Умовні позначення партій на зведеному графіку (арк. №6) та у табл. 3.5:

ПО — партії сухого зерна, що подаються на очищення.

ПС — партії вологого і сирого зерна, що подаються на сушіння.

СО — партії зерна, що подаються з сушіння на очищення.

ВА — партії зерна, що подаються на відпуск на автотранспорт.

ЗПС — партії зерна, що забираються після сушіння.

ОЗ — партії очищеного зерна, що подаються в силоса на зберігання.

Про досконалість технологічної схеми на елеваторі та ефективність його роботи за змінами можна судити, аналізуючи зведений графік його роботи і чисельні значення двох показників [16]:

- коефіцієнта використання основних норій елеватора за часом K_t , який розраховують за формулою:

$$K_t = \sum T / (60 * n * t), \quad (3.39)$$

де $\sum T$ – сумарний фактичний час роботи всіх n основних норій елеватора на всіх m операціях в розглянутий період, хв ($\sum T = 511$ хв);

60 – коефіцієнт для переведення годин у хвилини;

n – кількість основних норій елеватора ($n = 2$);

t – максимально можлива кількість годин роботи елеватора в розглянутий період (зміна – 8 год).

$$K_t = 511 / (60 * 2 * 8) = 0,53.$$

Таблиця 3.5 – Зведені показники роботи норій по операціях в зміну максимальної роботи (у 1 зміну)

№ норії	ПС	ПО	ВА	ЗПС	СО	ОЗ	Всього
	K=0,9	K=0,9	K=0,9	K=0,6	K=0,6	K=0,6	
1	23,76	3×30+18,24	-	-	-		132
	31,68	3×40+24,32					176
2	-	-	40+30+38	23,76	8+7	3×30+18,24	255
			54+40+50	31,68	10+5	3×40+24,32	335
Всього	23,76	108,24	108	23,76	15	108,24	387 т
	31,68	144,32	144	31,68	15	144,32	511 хв.

- коефіцієнта використання основних норій елеватора за продуктивністю K_Q , який є узагальнюючим (інтегральним) показником їхньої роботи, котрий розраховують за формулою [16]:

$$K_{Q1} = \sum E / (Q * n * t), \quad (3.40)$$

де $\sum E$ – сумарна фактична маса зерна, піднятого всіма n основними норіями на всіх m операціях протягом розглянутого періоду, т ($\sum E = 387$ т);

Q – паспортна продуктивність основних норій, т/год ($Q = 50$ т/год).

$$K_{Q1} = 387 / (50 * 2 * 8) = 0,48.$$

Для перевірки правильності розрахунку коефіцієнтів K_t та K_Q користуються співвідношенням [16]:

$$K_Q = K_{в.с.зв} * K_t \quad (3.41)$$

де $K_{в.с.зв}$ – середньозважене значення коефіцієнта використання основних норій, який розраховується за формулою:

$$K_{в.с.зв} = (K_{в1} * E_1 + K_{в2} * E_2 + \dots + K_{вm} * E_m) / (E_1 + E_2 + \dots + E_m) \quad (3.42)$$

$$K_{в.с.зв} = (0,9 * 23,76 + 0,95 * 108,24 + 0,9 * 108 + 0,6 * 23,76 + 0,6 * 15 + 0,6 * 108,24) / 387 = 0,88$$

Перевірка:

$$0,48 = 0,88 * 0,53 = 0,47$$

Оскільки розбіжності у межах допустимого (тобто права і ліва частини рівності не відрізняються більше ніж на 0,02), то можна зробити висновок про те, що зведений графік виконаний вірно.

Висновки і рекомендації

Проаналізувавши роботу елеватора у найбільш напружену першу зміну доби максимальних об'ємів роботи можна зробити такі висновки:

- лінія прийому зерна з автотранспорту працює ефективно, так як приймальний потік працює без переривів, та справляється з визначеними об'ємами прийому;
- в потоці приймання все зерно було попередньо очищене від грубих, крупних та легких домішок і скальператор справляється з заданими об'ємами роботи;
- лінія основної очистки справляється з заданими об'ємами роботи – все сухе зерно було очищене та відправлене на зберігання та практичне все просушене на зерносушарці зерно також було очищене та закладено на зберігання;
- лінія сушіння зерна справляється з заданими об'ємами роботи, місткості до- та післясушильних бункерів достатньо;

- лінія відпуску зерна на автомобільний транспорт справляється з заданими об'ємами відпуску, відпуск здійснюється в повному добовому об'ємі;
- основні норії працюють достатньо ефективно для міні-елеватора, про що свідчить значення коефіцієнту використання за часом, що дорівнює 0,53, та коефіцієнти K_Q та $K_{ісер.зв}$ відповідно мають значення 0,48 та 0,88;
- зведений графік побудований вірно, про свідчить допустима розбіжність між значеннями коефіцієнту використання норій за продуктивністю, розрахованими за двома різними формулами при перевірці.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що все обладнання на даному міні-елеваторі підібрано правильно і використовується з достатньо високою ступеню ефективності.

3.9 Система управління роботою елеватора

У теперішній час навіть міні-елеватор можна (і потрібно) комплектувати автоматичною системою управління технологічними процесами (АСУ ТП), що, безумовно, спростить управління хоча і невеликим, але не менше технологічно складним елеваторним комплексом. Звичайне середньостатистичне зерноховище або елеватор, як правило, містить більше сотні одиниць технологічного та транспортного обладнання. Для кожної одиниці обладнання необхідно постійно контролювати мінімум 2-3 параметри або сигнали. При такому потоці інформації оператор не зможе в ручному режимі без помилок контролювати і управляти технологічними процесами. АСУ ТП може кардинально поліпшити ефективність роботи невеликих елеваторів і зерноховищ. Використання автоматики дозволяє мінімізувати кількість обслуговуючого персоналу, що знижує витрати при експлуатації малого елеватора або зерноховища [17].

АСУ ТП елеватора призначена для реалізації комплексу функцій, що забезпечують оперативний контроль та управління технологічним процесом, збирання та зберігання інформації про перебіг технологічного процесу, діагностики роботи обладнання процесів приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження.

Основний обсяг проектування АСУ ТП елеватора, хлібоприймальних підприємств охоплює [17]:

- управління маршрутами (конвеєрно-транспортними лініями) переміщення сировини;
- система управління та контролю технологічним процесом сушіння зерна (автоматизація зерносушарки);
- системи термометрії та вимірювання рівня при зберіганні та переробці зерна;
- автоматизована система управління обліку руху зерна (силосна дошка).

Цілі АСУ ТП:

- забезпечити програмний захист від змішування культур;
- забезпечити облік продукції відвантаженої на річковий транспорт;
- зменшення матеріальних та енергетичних витрат;
- запобігання аварійним ситуаціям;
- підвищення якості та оперативності процесів управління технологічним процесом за рахунок структурного та територіального розподілу обчислювальних та керуючих ресурсів;
- покращення умов роботи оперативного персоналу за рахунок централізації контролю та управління технологічним процесом, забезпечення операторів достатньо повною, достовірною та своєчасною інформацією;
- підвищення технологічної дисципліни оперативного персоналу з допомогою протоколювання дій диспетчерів;
- забезпечення керівників та спеціалістів інструментальними засобами та необхідною інформацією для підтримки прийняття рішень;
- підвищення надійності систем контролю та управління за рахунок застосування сучасних засобів розподіленого контролю, цифрових ліній зв'язку та наявності функцій самодіагностики.

Ключовим критерієм якості системи є стабільність заданих характеристик технологічного процесу.

Режими функціонування АСУ ТП [17]:

- *дистанційний (автоматичний)* з оптимізацією управління технологічними процесами за заданими критеріями. У цьому режимі оператор здійснює запуск та зупинення технологічних ліній в автоматичному режимі та контролюють роботу системи за допомогою АРМ оператора;

- *місцевий (ручний)*. Цей режим застосовується при пусконаладжувальних та ремонтних роботах. Управління здійснюється з СР (місцеві посади управління) під контролем оперативного персоналу.

Для забезпечення безпеки передбачено передпускову світлову та звукову сигналізацію запуску транспортного обладнання елеваторного комплексу, а також аварійну світлову та звукову сигналізацію.

Організований ієрархічний доступ до системи з поділом повноважень (під паролем) за 3 рівнями доступу: «адміністратор», «інженер», «оператор».

Система автоматизації елеватора забезпечує [17]:

- стабілізацію заданих режимів технологічного процесу шляхом контролю технологічних параметрів, візуального представлення та видачі керуючих впливів на виконавчі механізми, як у режимі налагодження, так і в автоматичному режимі;
- автоматизоване керування технологічними маршрутами переміщення зерна;
- виключення змішування культур зерна, що приймається (маршрутна карта елеватора);
- виключення можливості введення даних за межами їх допустимих значень;
- контроль стану технологічного обладнання елеватора із забезпеченням світлової та звукової сигналізації при спрацьовуванні аварійних захистів;
- формування повідомлень диспетчера;
- візуалізацію стану обладнання у вигляді мнемосхем та трендів;
- надання інформації персоналу у вигляді звітів та діаграм за різні періоди часу;
- обмін даними із системами управління підприємством верхнього рівня.

Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ. Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств відносять до приймачів II-ої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту. В схемі електропостачання повинні бути передбачена двохтрансформаторна підстанція. Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення – 220 В, 50 Гц.

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

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок [18]:

- 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;
- 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.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
Розробив		Поросюк Ю.В.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.		Штепа Е.П.					57	131
Керівник		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
Зав. Каф.		Макаринська А.В.						

4.2 Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою [18]:

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

де $W_{num} = 35$ кВт.год/т – нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів;

$M_{рiч}$ – річна продуктивність підприємства 6000 т;

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

$$P_p = \frac{36 \cdot 5800}{3000} = 70 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{осв} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 70 = 7$ 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 [18]:

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

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

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

Тоді $Q_p = 70 \cdot 0,75 = 53$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

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

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_p + P_{осв}), \text{ квар.} \quad (4.5)$$

$$Q_E = 0,25 (70+7) = 20 \text{ квар.}$$

Тоді $Q_k = 53 - 20 = 33$ квар.

Вибираємо за допомогою табл. Д. 3 [19] конденсаторну установку типу КС-0,38-36-3У3 номінальною потужністю $Q_{ном} = 36$ квар.

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

$$S_{ТП} = \sqrt{(77+7)^2 + (53-36)^2} = 79 \text{ кВ.А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{mp} = (0,6 \dots 0,8) S_{ТП}, \text{ кВ.А} \quad (4.6)$$

$$S_{mp} = 0,7 \cdot 79 = 53,2 \text{ кВ.А}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [19, табл. Д. 4.3], вибираємо номінальну потужність трансформатора (див. табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Технічні дані трансформаторів

Тип	Номінальна потужність SHOM, кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, ІХ, %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання uК, %
		первинна U1НОМ	Вторинна U2НОМ		Холостого ходу РХ	Короткого замикання РК	
ТМ63/10	63	10	0,4	2,18	0,26	1,28	4,5

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою [18, 19]:

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

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

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

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%}, \quad (4.8)$$

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

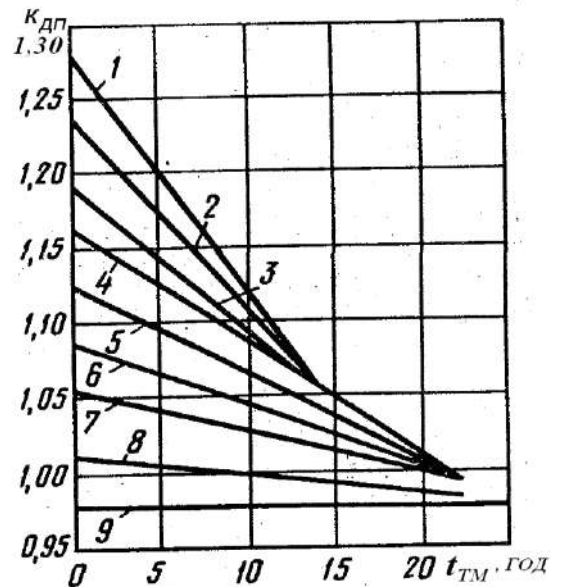
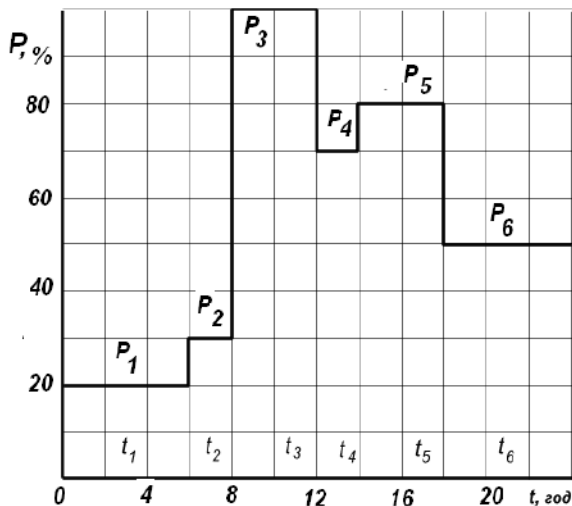


Рисунок 4.1 – Графік добового навантаження.

$k_{ЗГ}$: 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

Рисунок 4.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів

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

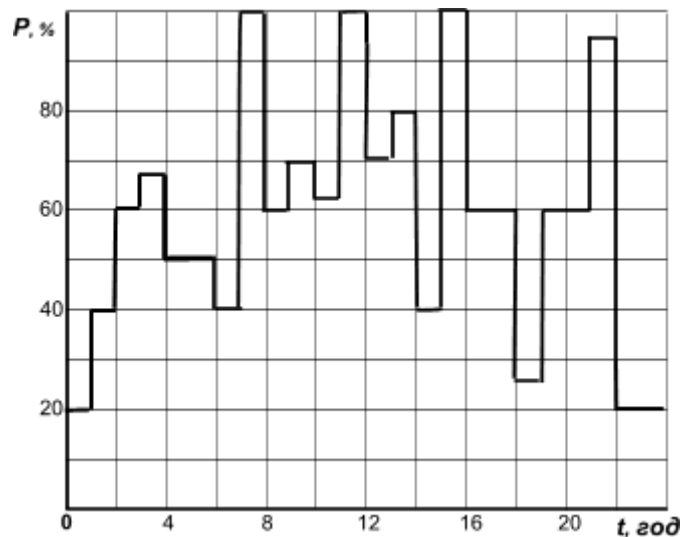


Рисунок 4.3 – Графік добового навантаження елеватора

$$k_{зг} = \frac{32.1 + 40.1 + 60.1 + 68.1 + 50.2 + 40.1 + 100.1 + 60.1 + 70.1 + 62.1 + 100.1 + 70.1 + 80.1 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 22.1 + 60.2 + 95.1 + 20.2}{24 \cdot 100\%} = 0,62$$

Для графіка добового навантаження (рис. 4.3) тривалість максимального навантаження складає: t_{TM1} з 7 до 8 год; t_{TM2} з 11 до 12; t_{TM3} з 15 до 16 год.

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

Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,22$.

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \text{ кВ.А } \quad (4.9)$$

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

$$S_T \geq \frac{79}{2 \cdot 1,22} = 32,4 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів уточнюємо номінальну потужність трансформатора $S'_{НОМ}$ і приводимо його технічні дані у вигляді табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Номінальна потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність S _{НОМ} , кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I _Х , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u _к , %
		первинна U _{1НОМ}	вторинна U _{2НОМ}		Холостого ходу P _Х	Короткого замикання P _к	
ТМ40/10	40	10	0,4	3,0	0,19	0,88	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 100 кВ.А до 63 кВ.А.

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами [19]:

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad (4.10)$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k. \quad (4.11)$$

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

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

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 40 \frac{3}{100} = 1,2 \text{ квар}; \quad (4.12)$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 40 \frac{4,5}{100} = 1,8 \text{ квар}. \quad (4.13)$$

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

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 40 \sqrt{2 \frac{0,25}{0,97}} = 28,7 \text{ кВ.А.} \quad (4.14)$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $40 \times 2 = 80$ кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 64 кВ.А будуть відповідати $\frac{28,7}{80} \cdot 100\% = 39\%$

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

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

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{4}{24} \cdot 100\% = 16,7\% \quad (4.15)$$

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

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{16,7}{100} \cdot 3000 = 500 \text{ ГОД} \quad (4.16)$$

$$\text{і складатиме } T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 3000 - 500 = 2500 \text{ год.} \quad (4.17)$$

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [18, с. 322]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою:

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 94}{\sqrt{3} \cdot 380} = 142 \text{ А,} \quad (4.18)$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(70+7)^2 + 53^2} = 94 \text{ кВ.А} \quad (4.19)$$

де Q_p – реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабелю $S = 50 \text{ мм}^2$ [18, с. 315, 316, 319].

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

Перевірку перерізу жил кабелю на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л} = \frac{10^5 (77+7)}{380^2} 0,0312 = 1,7\% , \text{ що } < 5\% \text{ допустимої втрати.}$$

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

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

$R_{л}$ – активний опір лінії живлення, який визначають за формулою

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{50}{50} = 0,0312 \text{ Ом.} \quad (4.20)$$

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

L – довжина кабелю, м;

S – площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{max} = (77+7)3000 = 231 \text{ кВт.год.} \quad (4.21)$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a = 4,32 \cdot 231000 = 997920 \text{ грн.} \quad (4.22)$$

4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на підприємстві можна одержати за рахунок:

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

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

- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання

люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(77+7)^2 + (53-36)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 120 \text{ А.} \quad (4.23)$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть:

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{max}, \quad (4.24)$$

$$W_{л} = 3 \cdot 142^2 \cdot 0,0312 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 5662 \text{ кВт.год.}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_e = 3I_p'^2 R_{л} T_{max}, \quad (4.25)$$

$$W'_e = 3 \cdot 120^2 \cdot 0,0312 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 4043 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л}, \quad (4.26)$$

$$\Delta W_{л} = 5662 - 4043 = 1619 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть:

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

$$W_{тр} = 2 \cdot \Delta P'_к T_{max}, \quad (4.27)$$

$$W_{тр} = 2 \cdot 0,97 \cdot 3000 = 5820 \text{ кВт.год.}$$

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

$$W'_{од} = 2 \cdot \Delta P'_к \cdot T'_{max} = 2 \cdot 0,97 \cdot 2500 = 4850 \text{ кВт.год.} \quad (4.28)$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{од} = 5820 - 4820 = 970 \text{ кВт.год.} \quad (4.29)$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть:

- лампами розжарювання $W_{осв} = k q P_p T_{max}$ (4.30)

$$W_{осв} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 70 \cdot 3000 = 13230 \text{ кВт.год.}$$

- люмінесцентними лампами $W'_{інá} = k' q' P_p T_{max}$ (4.31)

$$W'_{інá} = 0,63 \cdot 0,059 \cdot 77 \cdot 3000 = 7806 \text{ кВт.год.}$$

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [19, с.18];

- ламп розжарювання $q = 0,1$;

- люмінесцентних ламп в залежності від їх типу [18, Табл. Д. 6]

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

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}}, \text{кВт.год.} \quad (4.32)$$

$$\Delta W_{\text{осв}} = 13230 - 7806 = 5424 \text{ кВт.год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в табл. 4.3.

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	5662	4043	1619
Трансформатори	5820	4820	970
Освітлення	13230	7806	5424
Разом			8013

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 8013 \text{ кВт.год.} \quad (4.33)$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою:

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 4,32 \cdot 8013 = 34616 \text{ грн.} \quad (4.34)$$

Висновок

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

$$\Delta S = \frac{34616}{997920} \cdot 100\% = 3,47\%$$

Розділ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і завдання аспіраційних установок елеваторів

Аспірація (видалення пилу) на елеваторах і зернопереробних підприємствах – критично важливий процес для запобігання вибухам. Дослідження з цієї теми часто перетинаються з промисловою безпекою (АТЕХ), вибухозахистом та інженерією довкілля.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального устаткування (вентиляторів, повітропроводів, пиловідділювачів та ін.). Її об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків у будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин та апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де перебувають люди, і виконання ряду технологічних, транспортних а також противибухових і протипожежних функцій. Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження.

Для нормального самопочуття людини, збереження його працездатності і здоров'я необхідно забезпечити не лише чистоту повітря, а й створити певні метеорологічні умови, тобто, підтримати відповідну температуру повітря, його відносну вологість і швидкість руху. Створюють ці умови системи вентиляції [20].

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

Розглядаючи завдання аспірації обладнання, слід розрізнити дві групи:

- обладнання тільки аспіруєме;
- обладнання, що використовує повітряні потоки для здійснення технологічних процесів.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Поросюк Ю.В.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		Гончарук А.А.					67	131
<i>Керівник</i>		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-41б		
<i>Зав. Каф.</i>		Макаринська А.В.						

5.2 Основні принципи компоювання аспіраційних установок (мереж) елеваторів

Перед проектуванням аспіраційних установок (АУ) виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляється можливість зниження інтенсивної взаємодії сипучих матеріалів з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до $36^{\circ} \dots 54^{\circ}$, кінцевої швидкості матеріалу до 4 м/с та використання гальмуючих пристроїв та інше.

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

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

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

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

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

При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташування обезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилеутворення та напрямки переміщення пилепоповітряних потоків.

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

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

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

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

Для запобігання розповсюдження можливих пилеповітряних вибухових хвиль в окремих трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легкорозвинені чи легкоскидні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

При транспортуванні тонкодисперсних матеріалів (борошно, дріжджі, фосфати та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що забезпечують знепилення місць і виключають викиди пилеповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище [20].

5.3 Основні методи розрахунку розгалужених аспіраційних мереж

Існують такі чотири основні методи розрахунку розгалужених аспіраційних мереж: метод повних тисків; метод еквівалентних отворів; метод втрати тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу; метод динамічних тисків.

Кожен із методів має свої переваги і недоліки. Також вони розрізняються наступним [21]:

1) критерій розрахунку:

- у методі повних тисків база – це баланс енергії (тиску) у вузлах системи;
- у методі еквівалентних отворів мета – інтегральна оцінка всієї системи через умовну модель;
- у методі втрат база – це однаковий опір труби (Па/м);
- у методі динамічних тисків база – це швидкість повітря (м/с);

2) сфера застосування:

- метод повних тисків є професійним стандартом для складних, розгалужених індустріальних мереж, де критично важлива точність розподілу середовища без зайвих енерговитрат;
- методи втрат і динамічних тисків частіше використовуються для стандартної комерційної та побутової вентиляції, де невеликі похибки балансування можна легко

нівелювати ручним налаштування клапанів (демпферів) під час пусконаладжувальних робіт;

- метод еквівалентних отворів частіше застосовується в шахтній вентиляції, системах димовидалення або при аналізі пневмотранспорту для оцінки загальної характеристики мережі.

5.4 Розрахунок і вибір локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання

Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації сепаратора А1-БЦС-50

Значення витрат повітря на аспірацію сепаратора – $Q_c = 8000$ м³/год і втрати тиску в ньому $H_c = 50$ Па. Розрахунки виконуємо за рекомендаціями [22].

Визначаємо величину підсосів повітря в мережу Q_n і загальні витрати повітря, які повинен знепилити фільтр Q_ϕ .

$$Q_\phi = Q_c + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_c = 0,05 \cdot 8000 = 400 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$Q_\phi = 8000 + 400 = 8400 \text{ м}^3/\text{год} (2,3 \text{ м}^3/\text{с})$$

За витратами повітря вибираємо найближчий фільтр ZEO-FC-9000.

Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_\phi = 28,5$ м².

Втрати тиску у фільтрі визначають за напруженістю тканини фільтра:

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

$$q = \frac{2,3}{28,5} = 0,08, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$$

$$H_{\text{мер}} = H_c + H_{\text{нов}} + H_\phi + H_{\text{уд}} \quad (5.3)$$

де H_c – гідравлічний опір, Па (приймаємо 50 Па);

$H_{\text{нов}}$ – гідравлічний опір повітропроводу, Па;

H_ϕ – гідравлічний опір фільтра, Па; визначаємо за [22] $H_\phi = 1050$ Па;

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

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом:

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.4)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою О.В.Панченко знаходимо за витратами повітря Q_ϕ і його рекомендованою швидкістю (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$v = 10$ м/с, $H_{дин} = 60$ Па, $D = 400$ мм, $\lambda/D = 0,029$.

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 0,2$

$$\sum \xi = \Phi \cdot 0,2 \quad (5.5)$$

$$\sum \xi = 12 \cdot 0,2 = 2,4$$

де Φ – кількість фасонних деталей.

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.6)$$

$$H_{нов} = (0,029 \cdot 8,5 + 2,4) \cdot 60 = 159 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску на удар, при викиді вихідного дифузора

$$H_{y\partial} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2 \quad (5.7)$$

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

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

$$H_{y\partial} = 60 * \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 15$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 159 + 1050 + 15 = 1274 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_B = 1,1 \cdot H_{мер} \quad (5.8)$$

$$H_B = 1,1 \cdot 1274 = 1401 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор $Q_\phi = Q_s$.

По H_s та Q_ϕ , вибираємо вентилятор за аеродинамічними характеристиками $H_s = f(Q_s)$ вітчизняного виробництва ВР 89-75-3,15, ККД якого дорівнює 0,58.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_s \cdot H_s}{1000 \cdot \eta_s \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (5.9)$$

де η_s – ККД вентилятора;

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

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

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{2,3 \cdot 1401}{1000 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,58} = 5,7 \text{ кВт}$$

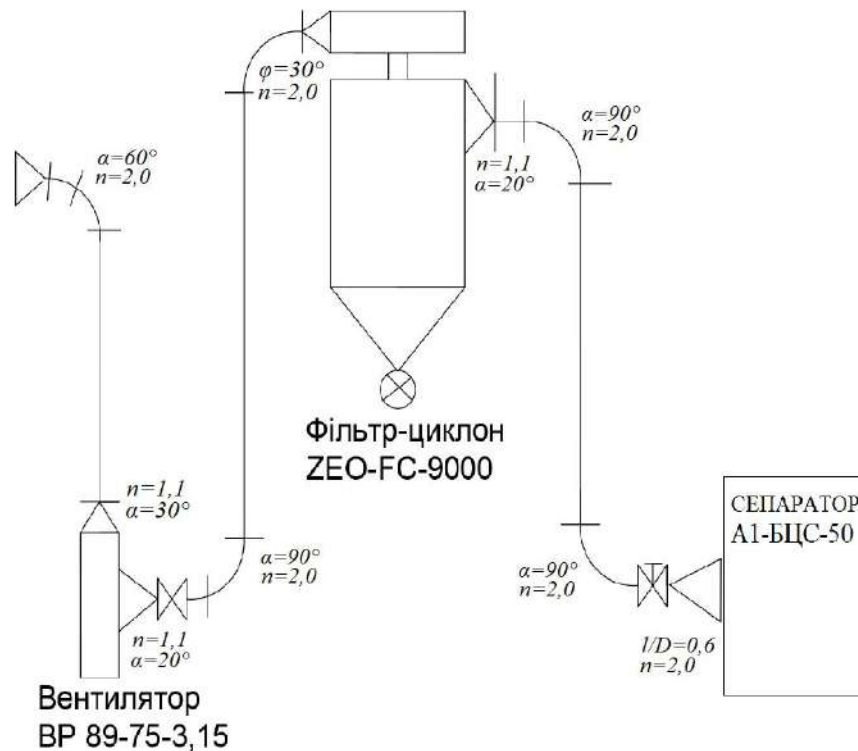


Рисунок 5.1 – Площинна схема аспіраційної мережі для аспірації сепаратора А1-БЦС-50

Фактичну потужність електродвигуна N_ϕ визначають за виразом:

$$N_\phi = K_3 \cdot N_{\text{ел.дв.}} \quad (5.10)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 .

$$N_{\phi} = 1,1 \cdot 5,7 = 6,27 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун марки АИР 112 М2 7,5*3000 за [23].

Розрахунок аспіраційної мережі, до якої входять дві норії НЦ-10 та конвеєри КСЛ-10 і конвеєр КСЛ-50

Значення витрат повітря на аспірацію норії НЦ-10: $G_n = 400 \text{ м}^3/\text{год}$, втрати тиску в них $H_n = 50 \text{ Па}$, для конвеєру КСЛ-10: $G_k = 300 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску в ньому $H_k = 50 \text{ Па}$, для конвеєру КСЛ-50: $G_k = 500 \text{ м}^3/\text{год}$ і втрати тиску в ньому $H_k = 50 \text{ Па}$.

Загальну кількість повітря, яке необхідно очистити визначаємо як суму повітря, яке відбирається від всіх машин та розраховуємо за формулою:

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot Q_{TO}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.12)$$

де Q_{TO} – кількість повітря, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання з метою утворення в ньому необхідного розрідження. [22, Додаток табл.1], $\text{м}^3/\text{год}$.

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot (400 + 400 + 300 + 500) = 1680 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,5 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

По Q_{ϕ} вибираємо необхідний типорозмір фільтра [22, Додаток табл. 2] марки ZEO-FC-2000. Технічні данні фільтра наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики фільтрів

№ п/п	Марка фільтра	Фільтруюча поверхня, м^2	Кількість рукавів, шт	Кількість повітря, $\text{м}^3/\text{год}$
1	ZEO-FG-2000	10,5	16	2000

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

$$F_{\phi p} = Q_{\phi} \cdot q^{-1}, \text{ м}^2, \quad (5.13)$$

де q – напруженість тканини фільтра ($\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$) розрахункова, яку визначаємо за формулою:

$$q = Q_{\phi} \cdot F_{\phi}^{-1}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}, \quad (5.14)$$

де F_{ϕ} – площа поверхні фільтрувальної тканини, м^2 , яку визначаємо по табл. 5.1.

$$q = 0,5/10,5 = 0,05, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с};$$

$$F_{\phi p} = 0,5/0,05 = 10,5 \text{ м}^2.$$

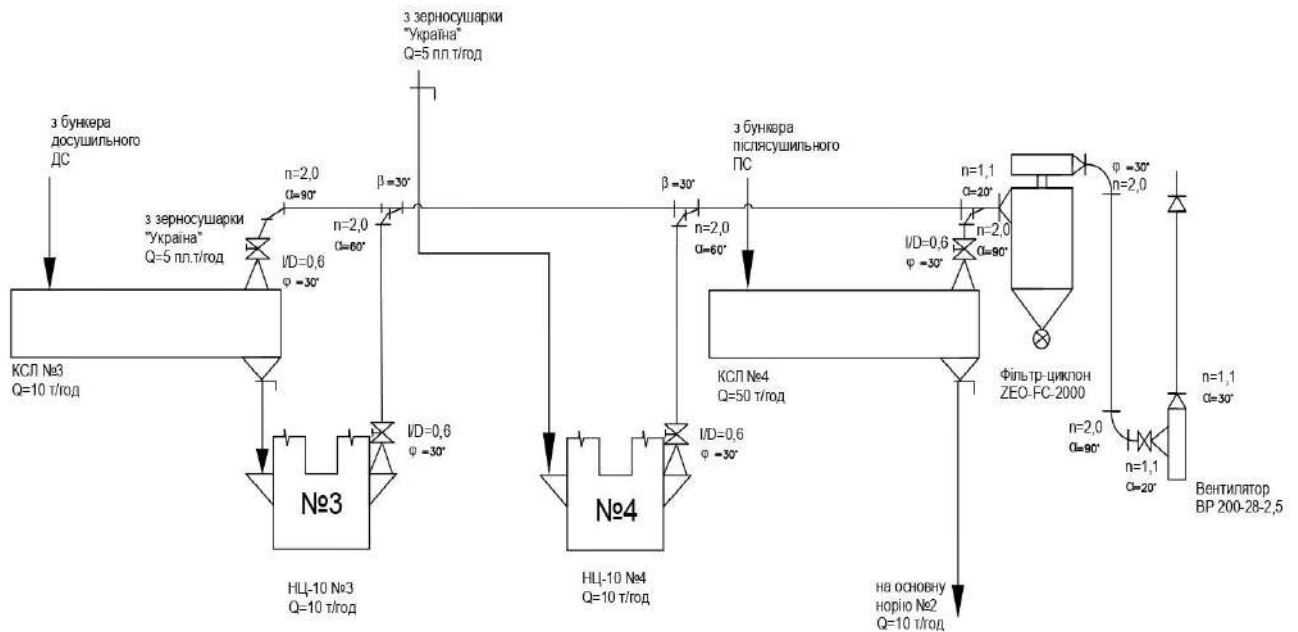


Рисунок 5.2 – Площинна схема аспіраційної мережі двох норій НЦ-10 та конвеєра КСЛ-10 і конвеєра КСЛ-50

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

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па}, \quad (5.15)$$

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

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

$$H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,5^2 = 760$$

Опір аспіраційної мережі визначаємо за формулою:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\phi} + H_{\text{пов}} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}, \quad (5.16)$$

де $H_{\text{м}}$ – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), додаток, [22, Додаток табл.1], $H_{\text{м}}=50$ Па;

$H_{\text{уд}}$ – витрати тиску на удар (вихід повітря):

$$H_{y0} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па, } \quad (5.17)$$

$$H_{y0} = \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 240$$

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2} \quad (5.18)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою О.В.Панченко знаходимо за витратами повітря Q_ϕ і його рекомендованою швидкістю (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$v = 13-14 \text{ м/с}, H_{дин} = 102 \text{ Па}, D = 220 \text{ мм}, \lambda/D = 0,076.$$

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 0,2$

$$\sum \xi = \Phi \cdot 0,2 \quad (5.19)$$

$$\sum \xi = 23 \cdot 0,2 = 4,6$$

де Φ – кількість фасонних деталей.

$$H_{нов} = (0,076 \cdot 13,5 + 4,6) \cdot 102 = 573,9 \text{ Па.}$$

$$H_{мер} = 50 + 760 + 240 + 573,9 = 1623,9 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо за формулою:

$$H_г = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па;} \quad (5.20)$$

$$H_г = 1,1 \cdot 1623,9 = 1786,3 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор приймаємо:

$$Q_г = Q_\phi, \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_г = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

За аеродинамічними параметрами $Q_г$ і $H_г$ вибираємо вентилятор марки ВР 200-28-2,5.

Число обертів вентилятора та його ККД визначаємо за точкою перетину характеристик Q_6 і $H_{мер}$, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N = \frac{Q_6 \cdot H_6}{1000 \cdot \eta_6 \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт}, \quad (5.21)$$

де η_6 – ККД вентилятора (0,63);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

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

$$N = \frac{0,5 \cdot 1786,3}{1000 \cdot 0,63 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,5 \text{ кВт}.$$

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

$$N_y = K_3 \cdot N, \text{ кВт}, \quad (5.22)$$

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

$$N_y = 1,15 \cdot 1,5 = 1,725 \text{ кВт}.$$

Остаточну потужність електродвигунів приймаємо за комплектацією заводів-виробників. Вибираємо електродвигун марки АИР 90 L4 2,2*1500 за [23] (H=794 мм, H1=518 мм, L=639 мм).

Розділ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

6.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства являє собою виконане в масштабі креслення промислового об'єкту в його границях, з ув'язуванням всіх основних, допоміжних і підсобних будівель та споруд, всіх можливих під'їзних шляхів, всіх над- і підземних комунікацій (тобто ліній енерго-, тепло-, водопостачання та ін.) [16].

При проектуванні генеральних планів підприємств галузі хлібопродуктів враховують наступні вимоги:

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

На аркуші 7 графічної частини проекту на генплані міні-елеватора вказано:

- експлікація всіх будівель і споруд (див. табл. 6.1);
- прийняті умовні позначення;
- орієнтація будівель до рози вітрів і сторін світу;
- техніко-економічні показники генплану.

На території проектуваного міні-елеватору у відповідності з нормами проектування розміщені мережі каналізації, водо-, енерго-, паливопостачання.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Поросюк Ю.В.			Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.		Станкевич Г.М.					77	131
Керівник		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
Зав. Каф.		Макаринська А.В.						

Територію підприємства по функціональному призначенню ділять на зони, в яких розміщують відповідні будівлі, споруди і т.д.

Передзаводська зона (за межами огорожі підприємства) призначена для розміщення контрольно-пропускних пунктів, прохідних, допоміжних будівель, передзаводської площі, площадки стоянки автомобілів і ін. Ми встановлюємо пост охорони.

У виробничій зоні розташовуємо робочу башту, силоси, приймально-відпускні пристрої міні-елеватора, бункери відходів.

Підсобну зону використовуємо для розміщення корпусу підсобних приміщень (ремонтні майстерні), котельні, трансформаторної підстанції, енергетичної траси, водопроводу, каналізації і інших комунікацій. В складській зоні знаходяться приміщення, будівлі транспортного господарства (депо, гаражі), водонапірні споруди, водойми, склад горючо-замазувальних матеріалів, паливна площадка, авто-ремонтні майстерні і т.д.

Санітарно-гігієнічні вимоги проектування генерального плану обумовлюють розташування будівель і споруд відносно сторін світу і рози вітрів так, щоб були забезпечені умови природного освітлення та провітрювання. Промислові підприємства з джерелами виробничих факторів (шум, пил, запах, дим і т.д.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище, до яких відносять і елеватори, повинні мати між підприємством і жилою зоною санітарно-захисну зону не менш 100 м. Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж висота протистоячої будівлі.

За нормами пожежної безпеки будівлі і споруди розміщують на генеральному плані з врахуванням їх вогнестійкості, ступені пожежної небезпеки і рози вітрів.

Вимоги пожежної безпеки обумовлюють необхідність встановлення необхідних розмірів між будівлями та спорудами, а також забезпечення зручного і швидкого переміщення пожежних автомобілів до всіх об'єктів підприємства.

На території встановлюємо за кільцьований пожежний водопровід, який має невичерпне джерело водопостачання чи запасні баки для води об'ємом 500 куб.м з трьох годинним запасом гасіння пожеж. На кільцевому водопроводі встановлюють

пожежні гідранти на відстані 50...100 м, для того щоб було можливо подавати воду до об'єкта гасіння не менш ніж з двох гідрантів.

Автомобільні дороги розташовують на території підприємства відповідно по характеру руху вантажних потоків. Облаштуванню доріг проїздів і проходів приділяємо особливу увагу, щоб виключити повністю або звести до мінімуму перетини вантажних і людських потоків, сировини і готової продукції.

Ширину автомобільних доріг проєктуємо 3,5 м і 6 м (при односторонньому і двосторонньому русі) з улаштуванням вантажних стоянок і майданчиків для розвороту автомобілів.

На проєктуємому міні-елеваторі передбачено один в'їзд на територію для автомобілів з шириною воріт не менше 4,5 м.

Пожежні гідранти розміщують уздовж автомобільних доріг на відстані 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче від стін будівлі.

Підземні мережі зернопереробних підприємств, що будуються, прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг. Вентиляційні шахти, входи і інші пристрої каналів і тунелів розміщуємо поза проїжджою частиною і в місцях, вільних від забудови.

Розміщення силових кабелів зв'язку над і під трубопроводами у вертикальній площині не допускається.

Відстань між мережами незалежного від матеріалу і діаметра труб, а також номенклатури і характеристики ґрунтів становить не менше 1,5 м. Інженерні мережі каналізації, водопроводу, паливопроводу розташовані над землею, електромережі - на опорах, естакадах, в галереях або на стінах будівель і споруд.

Впорядкування території підприємства передбачає озеленення території, яке дозволяє забезпечити захист будівель і споруд від пилу, вітру, створити необхідну чистоту повітря. Озеленення виконане вздовж огорожі груповою посадкою дерев листових порід, стійких до впливу шкідливих речовин, які виділяє підприємство.

Впорядкування території забезпечує рішення комплексу санітарно-гігієнічних, експлуатаційних і естетичних умов всього персоналу. Впорядковані площадки для відпочинку працюючих розташовують з повітряного боку по відношенню до

будівель з виробництвами, які виділяють викиди в атмосферу. Розміри площадок приймають із розрахунку не більше 1 м^2 на одного працюючого в найбільш чисельній зміні.

Про доцільність розміщення будівель і споруд на генеральному плані судять за його техніко-економічними показниками [16].

Економічність використання території показує коефіцієнт забудови K_3 (%):

$$K_3 = (\sum f_i / F_0) \cdot 100, \% \quad (6.1)$$

де $\sum f_i$ – площа, займана всіма будівлями і спорудами, кв.м або га;

F_0 – загальна площа території, кв.м або га.

$$K_3 = (12000 / 40000) \cdot 100 = 30\%.$$

Допускається мінімальна щільність забудови 42-44 %, але для міні-елеваторів цей показник може бути меншим для можливого майбутнього розширення місткостей.

У площу забудови входять і завантажо-розвантажувальні майданчики в автодорожніх приймально-відпускних спорудах. Відношення довжини території до її ширини не має бути більше трьох.

Визначають коефіцієнт озеленення K_{03} (%)

$$K_{03} = (F_{03} / F_3) \cdot 100, \%, \quad (6.2)$$

де F_{03} – площа організованих насаджень, кв.м або га.

$$K_{03} = (4000 / 40000) \cdot 100 = 10 \%.$$

Визначають коефіцієнт мощення K_M (%)

$$K_M = (F_M / F_3) \cdot 100, \%, \quad (6.3)$$

де F_M – площа мощення, кв.м або га.

$$K_M = (24000 / 40000) \cdot 100 = 60 \%.$$

На аркуші 6 графічної частини проєкту представлений розроблений нами генеральний план міні-елеватора з експлікацією. Експлікація до генерального плану також наведено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Експлікація до генерального плану

№ позиції	Назва будівлі, споруди
1	Пост охорони
2	Лабораторія, адміністрація, побутові приміщення
3	Вагова
4	Автомобільні ваги
5	Естакада для відбору проб
6	Майстерня
7	Трансформаторна
8	Зерносушарка
9	Досушільний бункер
10	Післясушільний бункер
11	Приймальний пристрій з а/т з приймальним бункером
12	Робоча башта елеватора
13	Підземна транспортна галерея
14	Силоси елеватора
15	Надсилосна галерея
16	Бункери для аспіраційних відносів
17	Відпускний бункер на автотранспорт
18	Бункер для відходів
19	Склад паливно-мастільних матеріалів (ПММ)
20	Компресорна
21	Водонапірна вежа
22	Артезіанська свердловина
23	Пожежне водоймище
24	Пожежний щит
25	Туалет дворовий
26	Норійні вежі

6.2 Характеристика будівель та споруд з будівельної точки зору

Виробничі споруди елеватора відносяться:

- за ознаками вогнестійкості основних будівельних конструкцій – до другого ступеня;
- за ступенем капітальності робочої башти і приймального пристрою відносять до 1 класу (з підвищеними вимогами);
- по системах опалення – до неопалюваних;
- за умовами повітрообміну – з природною вентиляцією, кондиціонуванням повітря.

Відповідно до будівельних норм і за принципом об'ємно-планувальної компоновки робочої башти елеватора відносять до другої групи і проєктують багатопверховими з укрупненими сітками колон та уніфікованими висотами приміщень з використанням металевих збірних та залізобетонних уніфікованих елементів. Це пояснюється вертикальним розташуванням технологічного процесу, можливістю його зміни і перекомпоновки технологічного обладнання [24].

До основних виробничих споруд проєктуємого міні-елеватора, у яких відбуваються основні технологічні процеси, відносяться: металева робоча башта елеватора, металеві силоси для тривалого зберігання зерна, вузол приймання зерна з автотранспорту, станція відпуску зерна на автомобільний транспорт, зерносушильний агрегат з оперативними бункерами та додатковим транспортним обладнанням.

Основними будівельними параметрами робочої башти прийнято прольоти, сітка колон і висотні габарити, прив'язку елементів конструкцій до координаційних осей, розміри вставок у місцях температурних швів і перепадів висот, ухили покровель з різних матеріалів, виробничі навантаження і впливи на несучі конструкції.

Робоча башта – це споруда, в якій розміщено підйомно-транспортне (норії) і аспіраційне встаткування. Вона є сполучною ланкою між станціями приймання зерна з автомобільного транспорту, складом силосного типу, зерносушильним агрегатом і станцією навантаження зерна на автомобільний транспорт. З усіма перерахованими вище станціями робоча башта з'єднана галереями, естакадами й самопливами: з розвантажувальною станцією автомобільного транспорту робоча башта з'єднана транспортною галереєю; зі складом силосного типу – підземною підсилосною та повітряною надсилосною транспортерними галереями; подача зерна у відпускний накопичувальний бункер станції завантаження автомобілів здійснюється з-під головки норії по самопливній трубі. З післясушильних бункерів зерно у робочу башту на башмаки норій транспортується конвеєром.

Входи в робочу башту є із транспортної підсилосної галереї, а також з боку станції приймання зерна з автотранспорту.

Виробничі споруди проєктуємого елеватора уявляють собою будівельну систему, що складається з несучих, огороджувальних конструкції, що утворюють певні умови для виконання виробничих процесів.

Проєктуєма робоча башта представляє собою багатоповерхову споруду, що має каркасну конструкцію, основні частини котрої є металеві колони, балки та перекриття зі сварних двутаврів [25]. Будівля комплектується із збірних металевих елементів заводського виготовлення. Колони встановлюються на фундаменти анкерного типу, що забезпечують зниження тиску на одиницю площі основи, за рахунок застосування суцільної залізобетонної фундаментної плити. Фундамент норійної башти – монолітний залізобетон, він будується на відмітці нижчу за 0,000. Для гідроізоляції і уникнення потрапляння ґрунтових вод у виробничі приміщення встановлюється відмостка заввишки 250 мм.

Будівельні параметри норійної башти має 6х6х21,8 м (довжина х ширина х висота), головки основних норій знаходяться на даху будівлі. Легкі внутрішні стіни з профільованого металу, які не несуть навантажень, служать для захисту від поганих погодних умов. і відповідають основним вимогам, що пред'являються до перегороджень в промислових будівлях.

Вікна забезпечують освітлення у межах допустимих норм, а також під час вибуху знижують тиск на металеву конструкцію робочої башти елеватора.

Приймальний пристрій для прийому зерна з автотранспорту виконується в монолітному залізобетоні. Конструкція автоприйому передбачає пристрій навісу для захисту автомобіля із зерном від атмосферних опадів. Фундаменти стійок навісу виконуються монолітно з конструкцією автоприйому. Стійки навісу і покриття виконуються з прокатних профілів, покрівля – з панелей профільованого настилу. Для забезпечення міцності і стійкості конструкція пандуса автоприйому виконується в залізо-бетонному «кориті», стіни якого служать підпірними стінами, приймають навантаження від великовантажних автомобілів, які виїжджають на конструкцію автоприйому для розвантаження зерна. «Корито» засипається щебенем по ухилу з подальшим влаштуванням по щебеню асфальтобетонного дорожнього по-

криття. Перекриття каналу, який перетинає проїжджу частину майданчика, виконуване в монолітному залізо-бетоні, також розраховане на навантаження від автомобілів.

Силос металевий з плоским днищем на бетонній основі використовують для тривалого надійного зберігання кондиційного зерна і тимчасового зберігання партій зерна. Циліндр силосу утворюється з металевих оцинкованих панелей, хвилястого профілю, збираних на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Тобто застосовуються спеціальні ущільнювачі для стиків листів: горизонтальне і подвійне вертикальне ущільнення з'єднань аркушів циліндричної частини. Товщина панелей по ярусах різна, що забезпечує оптимальну міцність при мінімальній металоємності конструкції. На циліндрі силосу монтуються сходи для обслуговування, а також датчик верхнього граничного рівня і облаштування для відбору проб зерна з силосу. Вертикальна стійкість циліндра силосу забезпечується ребрами жорсткості [26].

Дах силосу є конусною просторовою конструкцією з кутом нахилу 30 градусів, зібраною з ребер жорсткості і металевих оцинкованих секторів на болтових з'єднаннях з ущільнюючими прокладеннями. Вгорі дах має горловину для завантаження зерна обладнана сходами обслуговування, оглядовим люком і вузлом кріплення термоштанг системи пошарового контролю температури зерна. Конструкція даху виключає попадання в силос атмосферних опадів, проникнення птахів і забезпечує максимальну місткість продукту, що зберігається. Для зручності обслуговування силосу є внутрішні і зовнішні сходи, інспекційний люк на даху і сервісні двері.

Фундамент під металевий силос може бути виконаний у кількох варіантах. Здебільшого силоси виготовляють у вигляді циліндричних колон, стінки яких установлюють на монолітний стрічковий фундамент. Усередині заливається окремий круглий фундамент, який механічно не пов'язаний із зовнішнім кільцевим. З тим тиск колони або місткості силоса бере на себе стрічкова частина, а тиск зерна — кругла бетонна платформа. Також можливі варіанти створення складної монолітної

конструкції, яка об'єднує як сам фундамент, так і приміщення для розміщення систем керування, енергозабезпечення, виконавчих механізмів і бункерів для навантаження зерна в транспортні засоби. У цьому разі платформа, яка бере на себе тиск від зерна, являє собою монолітний майданчик, що є одним цілим із кільцевим фундаментом під стінки силосу. Залежно від типу ґрунту фундамент для силосу й елеватора може заливатися як на подушку, так і на попередньо встановлені палі [26].

Кріплення силосів здійснюється за допомогою анкерних болтів, які закладаються в бетон при влаштуванні платформ. У середині платформи виконується прохідний тунель (тобто підсилосна галерея), висотою 2,0 м в чистоті, з монолітним залізобетонним перекриттям, товщиною 300 мм. У тунелі встановлюються підсилосні конвеєри для розвантаження силосів. Дно каналу підсилосної галереї виконується з монолітного залізобетону [26].

Розділ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ)

В елеваторній галузі працює значна кількість людей, тому зберігання трудових ресурсів являється важливою проблемою, яку і вирішує охорона праці на підприємстві. В даному розділі визначені всі необхідні заходи, міри та способи для створення комфортних та безпечних умов праці на підприємстві по виконанню основних положень Конституції, закону «Про охорону праці» та діючої нормативно-правової документації, а саме – у нормативному акті НПАОП 15.0-1.01-17 Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Розроблений проєкт будівництва міні-елеватора в повній мірі відповідає законодавству з охорони праці в Україні та дозволяє зберегти трудові ресурси на період їх роботи.

Аналіз технологічної схеми, розробленій у даній КРБ, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ):

1. Підвищена запиленість повітря – спостерігається при транспортуванні зерна норіями і конвеєрами різних конструкцій (стрічкові, ланцюгові скребкові, гвинтові), а також при завантаженні (розвантаженні) технологічного, транспортного обладнання, бункерів та силосів, виконанні технологічних операцій, роботі скальператора А1-БЗО-50, сепаратора А1-БЦС-50, зерносушарки марки «Україна».

Нормативне значення запиленості повітря робочої зони, тобто гранично допустима концентрація (ГДК) – 4 мг/м^3 , що регламентується Наказом Міністерства охорони здоров'я України №1596 (зі змінами), яким затверджені «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».

2. Підвищена або знижена вологість повітря – відносна вологість повітря залежить від умов навколишнього середовища, так як в робочих приміщеннях відсутнє опалення.

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Поросюк Ю.В.			Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Станкевич Г.М.					86	131
<i>Консульт.</i>		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
<i>Зав. Каф.</i>		Макаринська А.В.						

На стан повітря може впливати обладнання, так знижена вологість повітря виникає при перегріві обладнання (наприклад, двигунів машин) або підвищена вологість повітря може спостерігатися у робочій зоні під час роботи зерносушарки відкритого типу, якою є зерносушарка «Україна».

Нормативне значення – не більше 75 %. Нормативний акт – ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

3. Підвищена або знижена температура повітря робочої зони – перегрів обладнання, протяги, знаходження робітників у зоні роботи зерносушарки «Україна».

Нормативні значення: у холодний і перехідний періоди року – оптимальна температура 17-20 °С, а допустима (границі) – 15-23 °С (на нерегулярних робочих місцях допускається пониження до 10-13 °С); у теплий період року – оптимальна температура 20-22 °С, а допустима – 18-27 °С (в залежності від регіону і зовнішньої температури верхня границя може підніматися до 29-30 °С. Так як в приміщеннях елеваторів відсутнє опалення, то за нормативами на таких підприємствах мають бути організовані приміщення для обігріву працівників, де температура повинна бути не нижча ніж 22 °С, а також – передбачені регламентовані перерви у роботі.

Нормативний акт – ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

4. Підвищений рівень вібрації – передається через підлогу/платформи від працюючих великогабаритних машин, таких як скальператор, сепаратор, електродвигуни та редуктори норій, вентиляторів, конвеєрів.

Гранично допустимий рівень віброприскорення по еквівалентному рівню складає 92-101 дБ або 0,4-0,5 м/с².

Нормативний акт – ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації».

5. Підвищений рівень шуму на робочому місці – робота електродвигунів та редукторів норій, вентиляторів, конвеєрів.

Нормативне значення – не більше 85 дБА;

Нормативний акт – Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

6. Недостатність природного освітлення – може бути на поверхах, де знаходяться і обслуговуються башмаки норій, на поверсі, де розташований надскальператорний оперативний бункер та у підсилованих галереях, де встановлені та обслуговуються підсилові конвеєри.

Нормоване значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) для зон середньої точності (наприклад, лабораторія) повинно бути не менш 1,0-1,5% при бочковому освітленні. В зонах, де природного світла недостатньо або воно відсутнє (підсилова галерея, підземна транспортерна галерея з приймального пристрою, поверх башмаків норій у норійних вежах тощо) повинно бути забезпечено постійне штучне освітлення з нормою не менш 50 лк (люкс), а для дільниць контролю і очистки зерна – не менш 150-200 лк.

Нормативний акт – ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

7. Підвищена або знижена рухливість повітря. Вона залежить від наявності протягів і роботи аспіраційних систем.

Допустиме значення не більше 0,4 м/с. Нормативний акт – Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99).

8. Підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може виникнути через тіло людини – можливе у випадку безпосереднього дотику до відкритих струмоведучих частин, також у випадку дотику до металевих струмоведучих частин, які опинилися під напругою.

Напруга – до 220 В або до 42 В, опір заземлення для захисту від статичної електрики – не більше 100 Ом.

Нормативний акт – ПТЕЕС «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» та НПБЕЕС «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

9. Підвищені психофізіологічні навантаження. Можуть викликати монотонність праці, перенапруження аналізаторів, фізичні перенавантаження – підйом і перенесення тягарів, недостатність природного освітлення.

Регулюються Наказом МОЗУ №248 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпеки...».

10. Робота на висоті – при обслуговуванні устаткування, що встановлено на повітряних галереях (наприклад, надсилосні конвеєри); робота по зачистці силосів та бункерів; обслуговування силосів і бункерів, норійних веж тощо. Роботою на висоті є будь яка робота, при якій працівник знаходиться на відстані 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, перекриття або настилу. Верхолазні роботи – це такі, які виконуються на висоті 5 і більше метрів від поверхні, без захисних огорожень.

Нормативний акт – «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті» НПАОП 0.00-1.15-073.3.6.042-99.

7.2 Заходи щодо усунення впливу на працюючих НШВФ

Для зернових підприємств, до яких відносяться і елеватори, в Україні діє профільний нормативно-правовий акт, який детально розписує заходи щодо усунення та мінімізації впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а саме: НПАОП 15.0-1.01-17 «Правила охорони праці для підприємств по зберіганню та переробці зерна» (затверджені Наказом Міністерства соціальної політики України № 1121) [27]:

Кожний працівник повинен проходити медичний огляд раз на рік.

Для забезпечення нормованих показників *мікроклімату, чистоти та загазованості повітря* у робочій зоні проектом передбачені наступні заходи:

- при роботі обладнання в ньому утворюється зерновий пил, це обладнання герметизується, після чого аспірирується з метою видалення пилу. Однак ефективність експлуатації обладнання і аспірації не дорівнює 100 % і деяка частина пилу потрапляє в приміщення, де він може бути причиною захворювання органів дихання (трахеїту, астми та ін.) та шкіри (алергічні реакції та ін.), тому необхідно встановити графік прибирання пилу (проводиться після кожної робочої зміни);
- аспірація обладнання (а саме: скальператора, сепаратора, сушарки «Україна», транспортного обладнання (норій та конвеєрів) в місцях подачі на нього та розвантаження з нього зерна);
- раціональна теплова ізоляція устаткування (сушарка);
- засоби індивідуального захисту (марлеві пов'язки, респіратори та інше).

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації проектом передбачені організаційні і технічні заходи: вся експлуатація обладнання проводиться згідно його призначення і з повною відповідністю вимогам технологічного паспорта.

Вібровукові вентилятори повинні знаходитись під звукоізоляційним кожухом. Глушники шуму встановлюються в вентиляторах високої напруги, які знаходяться на вулиці.

Шумне обладнання змонтоване на вібро- й шумопоглинальній поверхні. В процесі роботи згідно вимогам паспорта передбачено план технічне обслуговування вузлів обладнання. Все обладнання має дистанційне управління з диспетчерського пульта управління елеватора, перед його пуском вмикають сигналізацію. застосовуються засоби індивідуального захисту від шуму й вібрації, а саме – навушники, вкладиші «Беруши».

Проектом передбачене бічне освітлення, нормоване значення коефіцієнта природного освітлення для лабораторії, при цьому виді освітлення КПО не менше 1,0 %, для виробничих приміщень по зберіганню і переробки зерна КПО не менше 0,5 %. Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках прийняті наступні типи світильників: поверх головок норій, інші поверхи робочої башти, приймальні пристрої, галереї, сушарка – розряд зорової роботи VIII б, освітленість, лк при лампах газорозрядних 50; цех відходів- розряд зорової роботи VIII б, освітленість, лк при лампах газорозрядних 50.

На випадок аварії в робочих приміщеннях (поверхах башмаків норій, підсилосна галерея) передбачено аварійне освітлення, воно запроєктоване для впровадження роботи у випадку, коли за будь-яких причин перестає працювати робоче освітлення, а небезпечність технологічних процесів вимагає нормального обслуговування. Його потужність складає 5 % нормативної робочої освітленості, але не менше 2 лк.

Евакуаційні шляхи обов'язково забезпечують аварійним освітленням, яке залежить від мережі робочого освітлення.

Для підтримки запроєктованого освітлення передбачається очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік за графіком, який встановлено на підприємстві, він складає не рідше одного разу на тиждень.

Всі струмоведучі частини обладнання прокладаються на недоступній висоті або заведені в короба, що виключає вільний доступ до них.

Все устаткування під напругою більше 42 В заземлено. Опір заземлення перевіряється кожні півроку і повинен становити не більше 4 Ом.

Все електропостачання основного технологічного обладнання наведеного в технологічній частині проекту мають захисне відключення на випадок короткого замикання, крім цього при ремонті на латці обслуговування машин використовується понижені напруги 12, 24, 36 Вт. У робочій башті біля щитків з високою напругою знаходяться попереджувачі написи «Обережно! Висока напруга!».

Все обладнання розміщено згідно всім вимогам. При розміщенні обладнання дотримані всі нормативні відстані. На підприємстві всі технологічні процеси повністю механізовані.

На підприємстві повинен бути створений графік роботи по змінам для кожного працівника, щоб вони раціонально працювали і відпочивали. Працівники повинні носити робочий одяг працівників підприємства – халати, костюми; головні убори – каски; респіратори-протипилові; окуляри, навушники.

7.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Оскільки пило-повітряна суміш зерна може вибухати, правила [25, 27] передбачають:

- контроль температури зерна та обладнання: встановлення датчиків підпору, контролю швидкості та сходу стрічки на норіях; реле контролю температури підшипників;
- іскробезпека: використання інструментів, що не дають іскри, та вибухозахищеного електрообладнання (освітлення, електродвигуни);
- заземлення: усі металоконструкції, трубопроводи та аспіраційні канали повинні бути заземлені для захисту від статичної електрики.

У даному КРБ пожежна безпека виробництва забезпечується наступними заходами та засобами:

- проектом передбачений захист від блискавки. На робочій башті встановлено блискавковідвід. Стержневі блискавоприймачі підключені до контуру заземлення об'єкту;
- електричні мережі у виробничих приміщеннях захищені від короткого замикання і перевантаження;
- проектом передбачений піно-порошковий тип вогнегасників. Вогнегасник встановлюється на легкодоступному, видному місці (як правило, при вході) на висоті 1,5 м;
- проектом передбачаються наступні системи пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня – від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання. Для забору води з протипожежної водопровідної мережі встановлюють пожежні гідранти (Аркуш 7. Генеральний план), відстань між якими не перевищує 150 метрів. Відстань гідранта до стін будівлі – 12 метрів і 2,5 від краю проїзної частини дороги. Запас води повинен бути на 2 години;
- передбачена установка швидкодіючих засувок і датчиків (індикаторів тиску) на випускних пристроях зерносушарки та досушального бункера;
- обладнання оснащене вибухорозрядниками – головки норій, циклони аспіраційних мереж.

На підприємстві на видному місці біля основного виходу з лабораторії, з підсилованих галерей має бути затверджений план евакуації. Основними шляхами евакуації з будівель є магістральні (генеральні) проходи та сходи. Ширина шляхів евакуації не менше – 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на шляхах евакуації не менше 2 м. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу з будівлі, вони замкнені на внутрішні запори, які легко відмикаються. Висота дверей на шляхах евакуації не менше 2 м.

Розділ 8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

8.1 Стан питання

8.1.1 Характеристика географічного положення та клімату Миколаївської області

Миколаївська область розташована на півдні України в межах Причорноморської низовини. Регіон має вигідне географічне положення, оскільки межує з Одеською, Кіровоградською, Дніпропетровською та Херсонською областями, а також має вихід до Чорного моря через лимани. Загальна площа області становить близько 24,6 тис. км² [28].

Рельєф території переважно рівнинний, що є сприятливим для розвитку сільського господарства та використання сучасної техніки. Основними водними об'єктами є річки Південний Буг, Інгул та Інгулець, які впливають на формування природних умов регіону [28].

Клімат області помірно континентальний. Літо зазвичай спекотне і посушливе, а зима відносно м'яка з нестійкими температурами. Кількість опадів є недостатньою і становить у середньому 350–450 мм на рік. Часто спостерігаються посухи та суховії, що негативно впливає на розвиток сільськогосподарських культур [28].

8.1.2 Характеристика сільськогосподарських земельних ресурсів Миколаївської області

Миколаївська область характеризується високим рівнем сільськогосподарського освоєння земель. Значна частина території використовується у сільському господарстві, що свідчить про важливу роль аграрного сектору в економіці регіону.

Основними типами ґрунтів є чорноземи звичайні та південні, які мають високу природну родючість і добре підходять для вирощування зернових культур [29].

					КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис.т в Миколаївській обл.	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розробив</i>		Поросюк Ю.В.						
<i>Керівник</i>		Станкевич Г.М.					93	131
<i>Консультант</i>		Станкевич Г.М.				ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
<i>Зав. кафедри</i>		Макаринська А.В.						

Водночас інтенсивне використання земель призводить до певних екологічних проблем. Серед них зниження родючості ґрунтів, ерозійні процеси та виснаження земель. Тому важливим завданням є раціональне використання земельних ресурсів і впровадження заходів їх охорони.

Для підтримання родючості земель у Миколаївській області необхідно раціонально використовувати ґрунтові ресурси. Важливу роль у цьому відіграють сівоzmіни, внесення добрив та захист ґрунтів від ерозії [29].

8.1.3 Характеристика зернового сектору АПК Миколаївської області

Зерновий сектор є однією з ключових галузей агропромислового комплексу Миколаївської області. Регіон має сприятливі умови для вирощування зернових культур завдяки значним площам орних земель і природно-кліматичним особливостям.

Виробництво зерна займає важливе місце в економіці області, оскільки забезпечує продовольчу безпеку та формує доходи сільськогосподарських підприємств. Рівень ефективності зернового виробництва залежить від врожайності, технологій вирощування та забезпечення ресурсами [30].

У період останніх років на розвиток галузі негативно вплинули воєнні дії, скорочення посівних площ, порушення логістики та нестача матеріально-технічних ресурсів. Незважаючи на це, зернове виробництво залишається базовим напрямом аграрного сектору області.

8.1.4 Зернові культури, що вирощуються в Миколаївській області

У Миколаївській області вирощується широкий спектр зернових культур. Основними серед них є озима пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь (озимий і ярий). Саме ці культури займають найбільшу частку посівних площ регіону та формують основний обсяг зернового виробництва [11, 31].

Озима пшениця є найбільш поширеною культурою завдяки стабільному попиту та високій економічній ефективності. Ячмінь добре пристосований до посушливих умов степової зони, тому також має важливе значення для регіону. Кукурудза є більш урожайною культурою, але її виробництво значною мірою залежить від кількості вологи протягом вегетаційного періоду [31].

Структура посівних площ зернових культур може змінюватися залежно від погодних умов, економічної ситуації та рівня забезпечення ресурсами. Загалом зернові культури залишаються основою рослинницької галузі Миколаївської області.

У Миколаївській області вирощують різні сільськогосподарські культури, основними за площами вирощування є пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь, ріпак.

В табл. 8.1-8.4 наведено дані з моніторингу площ посівних та зібраних, врожайності та валових зборів по кукурудзі за період з 2020 до 2024 рр. в Україні та в Миколаївській області за даними Державної служби статистики України [11].

Таблиця 8.1 – Посівні площі кукурудзи в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр., тис. га

Роки	Посівні площі під кукурудзою, тис. га					
	Україна			Миколаївська обл.		
	Господарства усіх категорій	В тому числі		Господарства усіх категорій	В тому числі	
		підприємства	господарства населення		підприємства	господарства населення
2020	5451,3	4372,8	1078,5	116,2	45,2	71,0
2021	5474,8	4390,9	1083,9	121,9	41,9	80,0
2022	4342,6	3411,0	931,6	83,9	34,1	49,8
2023	4094,5	3173,2	921,3	73,5	33,3	40,2
2024	4082,0	3137,6	944,4	84,1	37,3	46,8

У табл. 8.1 наведені дані за п'ять років (з 2020 по 2024 рр.) з посівних площ, зайнятих під кукурудзою як в Україні, так і в окремої Миколаївської області, причому можна побачити як ті площі розподілялися між сільськогосподарськими підприємствами (такими як агрохолдинги та фермерські підприємства) та господарствами населення (які, в основному, вирощують зерно на власні потреби, а не на продаж) [11]. Так можна побачити, що у 2021 році спостерігалось невелике збільшення посівних площ під кукурудзою і в Україні, і в Миколаївській області, але у подальшому, з початком повномасштабного вторгнення РФ в нашу країну, цей показник в Україні з року в рік стає все менше і падіння з 2021 по 2024 рік склало

більше 25%. У Миколаївській області тенденції спостерігаються практично такі самі, однак у 2024 році відбулося невелике зростання посівних площ під кукурудзою в господарствах населення.

Посівна (загальна) площа – це площа, на якій було проведено посів. Вона включає всі посіви озимих культур, що перезимували, та ярі посіви поточного року. Саме цей показник використовується для планування майбутнього врожаю та оцінки масштабів агрокомпанії.

Але через низку причин посіяне зерно може не доходити до стадії збору врожаю, до них відносяться: несприятливі погодні умови, шкідники, хвороби і бур'яни, а якщо посіви пошкоджено, то частину площі можуть пересіяти і засіяти іншими культурами. Також зараз в Україні через війну виникає неможливість зібрати врожай через близькість до лінії фронту або забруднення полів вибухонебезпечними предметами. Все це призводить до того, що зібрана площа може бути меншою чим посівна на величину обсягу втрачених посівів. Тобто зібрана площа – це та частка від посівної площі, з якої фактично зібрали врожай.

Таблиця 8.2 – Зібрані площі кукурудзи в Україні та в Миколаївській області у 2020-2024 рр, тис. га [11]

Роки	Зібрані площі кукурудзи, тис. га					
	Україна			Миколаївська обл.		
	Господарства усіх категорій	В тому числі		Господарства усіх категорій	В тому числі	
		підприємства	господарства населення		підприємства	господарства населення
2020	5392,1	4313,6	1078,5	114,1	43,1	71,0
2021	5481,8	4398,2	1083,6	121,4	41,4	80
2022	4124,5	3226,1	898,4	82,1	32,3	49,8
2023	3975,2	3070,4	904,8	74,4	34,2	40,2
2024	4070,5	3128,7	941,8	82,3	35,5	46,8

Таблиця 8.3 – Середня врожайність кукурудзи, вирощуваної в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр, ц/га [11]

Роки	Середня врожайність кукурудзи, ц/га	
	Україна	Миколаївська обл.
2020	56,2	28,2
2021	76,8	52,3
2022	63,5	34,4
2023	78,1	46,2
2024	66,0	23,2

Валовий збір є ключовим для оцінки продовольчої безпеки та експортного потенціалу країни. Це – загальний обсяг зібраного врожаю сільськогосподарських культур у натуральному виразі (у тоннах) з усієї зібраної площі. Він розраховується як добуток урожайності культури та зібраної площі.

Таблиця 8.4 – Валовий збір зерна кукурудзи в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр, тис.ц [11]

Рік	Валовий збір (обсяг виробництва) зерна кукурудзи, тис.ц					
	Україна			Миколаївська обл.		
	Загальний обсяг виробництва	В тому числі		Загальний обсяг виробництва	В тому числі	
		підприємств	господарств населення		підприємств	господарств населення
2020	302903,4	262802,5	40100,9	3213,4	1309,1	1904,3
2021	421098,5	367906,8	53191,7	6344,1	3295,7	3048,4
2022	261869,3	223009,8	38859,5	2822,1	1272	1550,1
2023	310304,4	264715,4	45589,0	3436,6	2045,1	1391,5
2024	268637,4	228841,4	39796,0	1906,6	986,5	920,1

8.2 Програма, об'єкти та методи досліджень

Метою дослідження є аналіз тенденцій у виробництві кукурудзи в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр.

Об'єкт дослідження: зерновий сектор АПК Миколаївської області України.

Предмет дослідження: статистичні дані за посівною і зібраною площами, урожайністю, валовими зборами кукурудзи в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр.

Програма дослідження:

- аналіз зернового сектору АПК України для кукурудзи: вивчити динаміку посівних та зібраних площ, врожайності та валових зборів протягом 2020-2024 рр.;

- аналіз зернового сектору АПК Миколаївської області для кукурудзи: вивчити динаміку посівних та зібраних площ, врожайності та валових зборів протягом 2020-2024 рр.

Методи дослідження: складання таблиць на основі зібраних літературних та статистичних даних і побудова графіків, діаграм з використанням програм Microsoft Excel, Word з подальшим їх аналізом.

8.3 Результати досліджень

На основі зібраних нами даних (див. табл. 8.1) було побудовано діаграми змінення посівних площ під кукурудзу в Україні та Миколаївської області у період з 2020 року по 2024 рік (див. рис. 8.1 та рис. 8.2, відповідно).



Рисунок 8.1 – Посівні площі під кукурудзою в Україні у 2020-2024 рр., тис. га

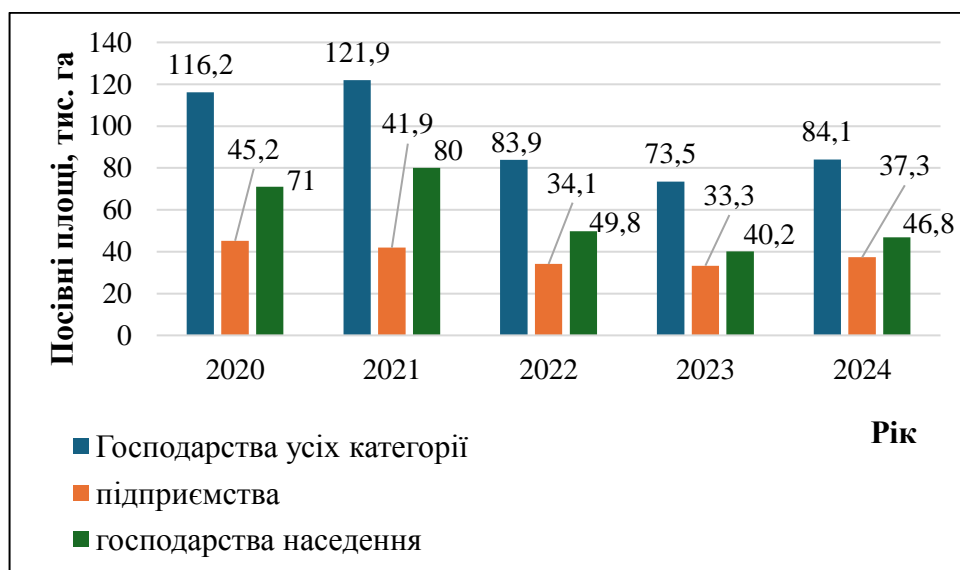


Рисунок 8.2 – Посівні площі під кукурудзою у Миколаївській області у 2020-2024 рр., тис. га

Як можна побачити з діаграм, наведених на рисунках 8.1 та 8.2, посівні площі під кукурудзою в Україні та Миколаївській області протягом 2020-2024 років змінювалися наступним чином: у 2021 році спостерігалось незначне збільшення площ загалом для підприємств всіх категорій порівняно з 2020 роком (в Україні – з 5451,3 до 5474,8 тис. га та у Миколаївській області – з 116,2 до 121,9 тис. га).

Проте з 2022 року, тобто з початку повномасштабного вторгнення рф в нашу країну, цей показник по Україні з року в рік зменшується (зменшення з 2021 по 2024 рр. склало 25%). Схожа ситуація спостерігалась і в Миколаївській області – з невеликим зростанням у 2024 році.

Але цікаво відмітити різницю у складі посівних площ кукурудзи в країні та в Миколаївській області, а саме: в Україні левову частку посівних площ під цією культурою складають землі сільськогосподарських (с.-г.) підприємств (до 80 %) і тільки близько 20% складають землі господарств населення, тоді як у Миколаївській області навпаки основну частку складають посівні площі у господарствах населення (55-66 %).

Наступним кроком у нашому дослідженні було побудова порівняльних діаграм посівних та зібраних площ під кукурудзою в Україні та Миколаївської області, які обробляли сільськогосподарські підприємства у період з 2020 року по 2024 рік (див. рис. 8.3 та рис. 8.4, відповідно). Діаграми побудовані на основі зібраних нами даних (див. табл. 8.1 та табл. 8.2).

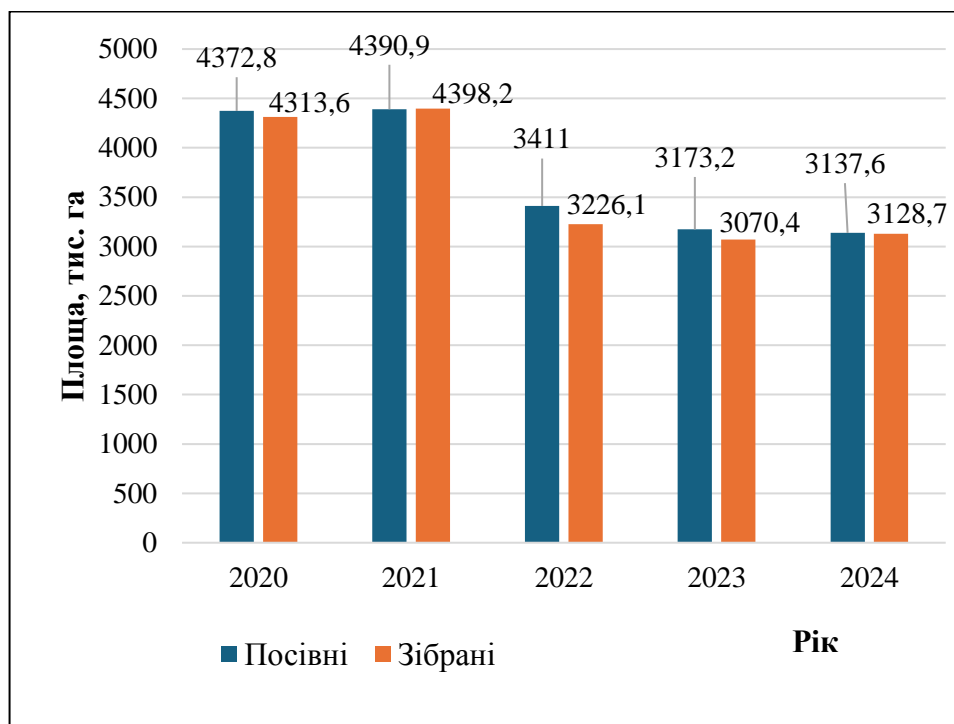


Рисунок 8.3 – Порівняння посівних та зібраних площ під кукурудзою в Україні, що обробляли с.-г. підприємства у 2020-2024 рр., тис. га

Аналіз даних діаграм, наведених на рис. 8.3 і рис. 8.4, дозволяє зробити висновок, що у розглянутий період з 2020 по 2024 рр. зібрані площі під кукурудзою в основному були менше посівних: так в Україні – від 0,28 % у 2024 р. до 5,4 % у 2022 р., а у Миколаївській області – від 1,2 % у 2021 р. до 5,3 % у 2022 р. Але були і виключення, тобто роки, коли зібрані площі були більше ніж посівні (що пояснюється пересівом і заміщенням на кукурудзу інших озимих культур, посіви яких суттєво постраждали), так в Україні у 2021 році зібраних площ під кукурудзою було на +0,2% більше, а у Миколаївській області – у 2023 р. на +2,7 %.

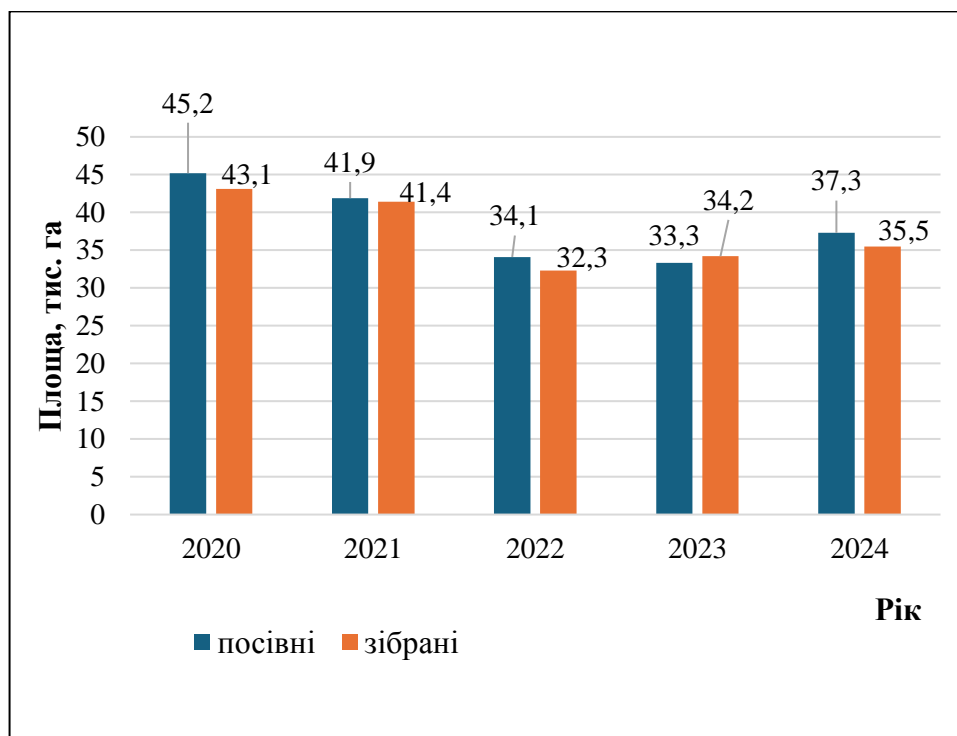


Рисунок 8.4 – Порівняння посівних та зібраних площ під кукурудзою у Миколаївській області, що обробляли с.-г. підприємства у 2020-2024 рр., тис. га

Далі на основі даних, наданих у табл. 8.3, нами були побудовані графіки, що показують динаміку середньої урожайності кукурудзи у період з 2020 по 2024 роки як у Миколаївській області, так і в Україні (див. рис. 8.5).

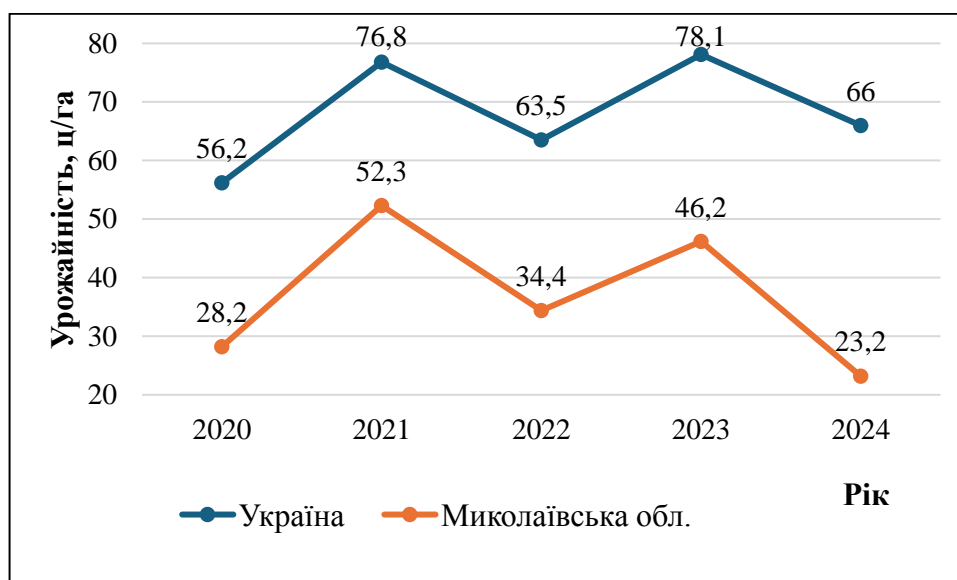


Рисунок 8.5 – Моніторинг середній урожайності кукурудзи на зерно в Україні та Миколаївській області у період з 2020 по 2024 рр., ц/га

Графіки, наведені на рис. 8.5, показують наступне: по-перше – середня урожайність кукурудзи на зерно в цілому по Україні значно (практично в 2 рази) вища за урожайність в Миколаївській області; по-друге – тенденції у коливанні урожайності у розглянутий період були однаковими в Україні та Миколаївській області, так найвища урожайність спостерігалася у 2021 та 2023 роках, а гіршими за цим показником були в Україні 2020 р., а в Миколаївській області 2024 р. Треба відмітити, що на урожайність впливає багато факторів, але одним з найважливіших з них є кліматичні умови.

У подальшому згідно даних, зібраних у табл. 8.4, нами були побудовані діаграми, що показують динаміку валових зборів зерна кукурудзи в господарствах усіх категорій (на діаграмі це – «Всього») та окремо в с.-г. підприємствах і господарствах населення, у 2020-2024 рр. (див. рис. 8.6, рис. 8.7).

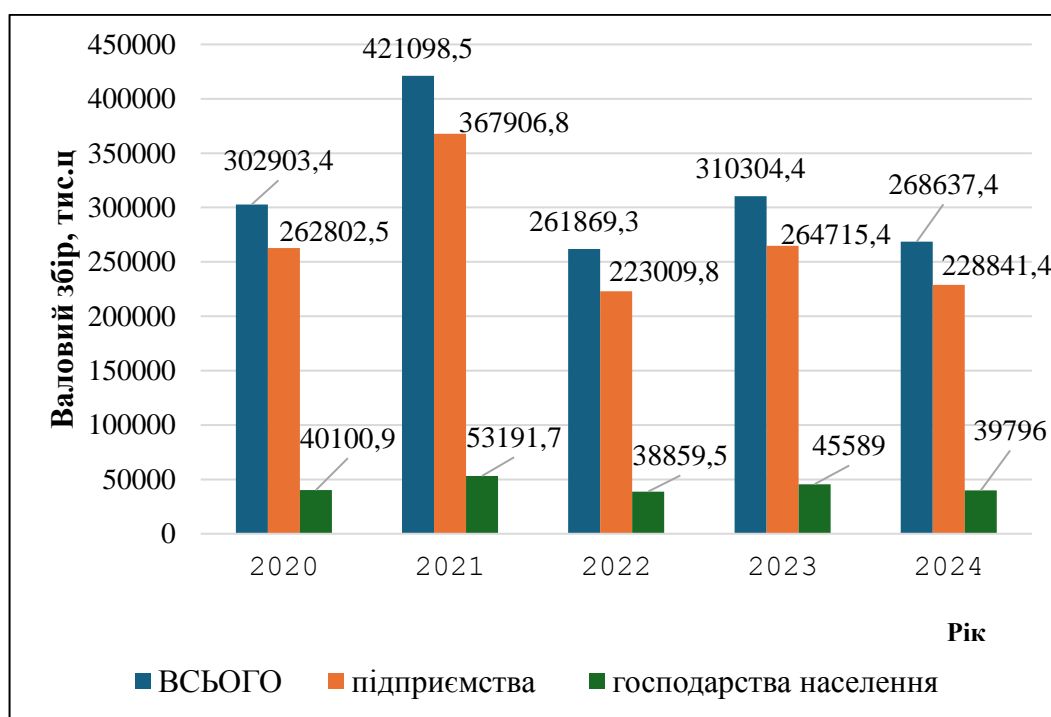


Рисунок 8.6 – Динаміка валових зборів зерна кукурудзи в Україні у період з 2020 по 2024 рр., тис.ц

Як показують графіки, наведені на рис. 8.6 і рис. 8.7, обсяги валового збору кукурудзи на зерно в Україні та Миколаївській області протягом досліджуваного періоду постійно змінювалося. Найвищі результати були зафіксовані у 2021 році,

коли валовий збір в Україні становив 421098,5 тис. ц, а в Миколаївській області 6344,1 тис. ц, на що очевидно вплинуло те, що у цей рік різко зросла урожайність кукурудзи: по Україні майже на 37 %, а у Миколаївській області майже на 86 %.

У 2022 році виробництво зерна кукурудзи значно зменшилося, на що вплинуло і скорочення площ вирощування, і суттєве зниження урожайності цієї культури (що ми бачили на попередніх графіках). В Україні загальний збір знизився до 261869,3 тисяч тонн (і падіння цього показника склало майже 38 % у порівнянні з 2021 роком), а в Миколаївській області до 2822,1 тис. т (показник знизився більше ніж на 39 %).

У 2023 році відбулося невелике збільшення загального збору зерна кукурудзи, так в Україні він виріс до 310304,4 тис. т, а в Миколаївській області – до 3436,6 тис.т. І так як площі збільшилися несуттєво у порівнянні з попереднім 2022 роком, то можна зробити висновок, що валовий збір виріс за рахунок збільшення урожайності, що можна побачити на рис. 8.5.

У 2024 році виробництво знову зменшилося і склало 268637,4 тис. т в Україні та 1906,6 тис. т в Миколаївській області (знову впала урожайність).

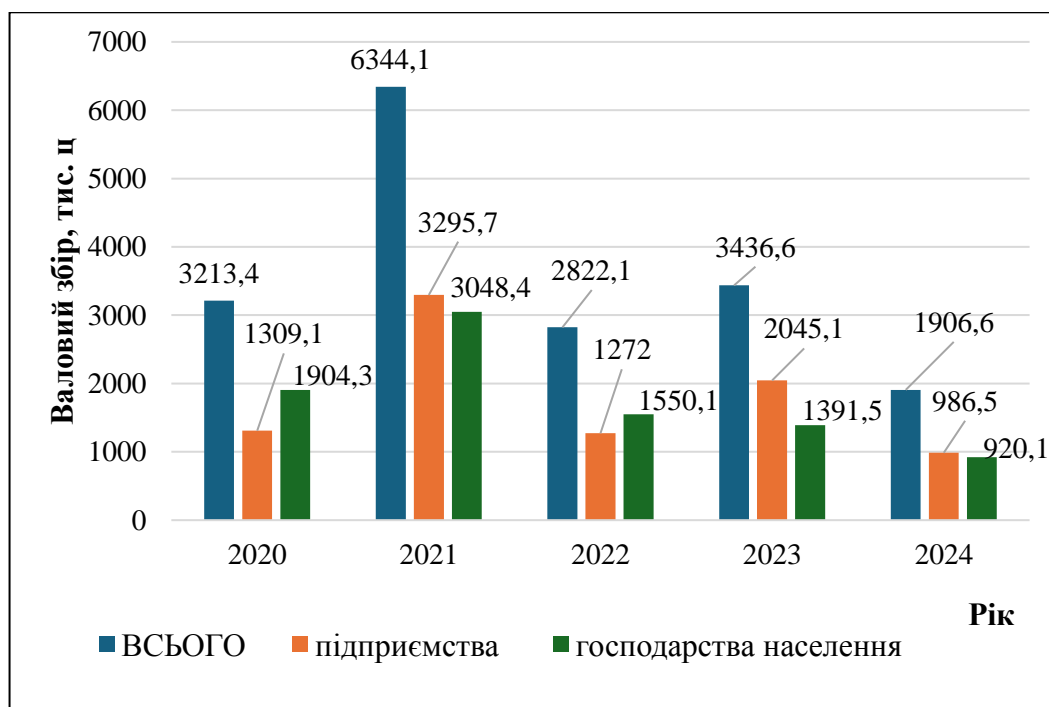


Рисунок 8.7 – Динаміка валових зборів зерна кукурудзи в Миколаївській області у період з 2020 по 2024 рр., тис.ц

Аналіз структури валового збору показує, що більшість кукурудзи, вирощеної в Україні, надходила від сільськогосподарських підприємств, а в Миколаївській області в 2020-2022 роках більше внесли господарства населення, а в 2023–2024 роках перевага перейшла до сільськогосподарських підприємств.

Коливання обсягів валового збору відбувалися через зміни в зібраних площах та рівня урожайності, а також через вплив зовнішніх факторів. Значне зниження показників у 2022 році пов'язане з наслідками повномасштабного вторгнення, що негативно вплинуло на виробництво.

Висновки

Миколаївська область є важливим регіоном вирощування зернових культур, зокрема кукурудзи. Природно-кліматичні умови області дозволяють вирощувати цю культуру, проте посушливий клімат степової зони значною мірою впливає на рівень її врожайності.

У досліджуваній нами період 2020-2024 рр. в Україні та Миколаївській області спостерігалися значні зміни посівних і зібраних площ кукурудзи. Найбільші площі були зафіксовані у 2021 році: в Україні 5474,8 тис. га посівних та 5481,8 тис. га зібраних площ, у Миколаївській області, відповідно, 121,9 та 121,4 тис. га. У 2022 та 2023 роках відбулося суттєве скорочення площ під кукурудзою, що пов'язано з наслідками повномасштабної війни, а у 2024 році спостерігалось їх часткове відновлення.

Найвища середня урожайність кукурудзи в Україні була зафіксована у 2023 році і становила 78,1 ц/га. У Миколаївській області максимальні показники урожайності спостерігалися у 2021 році і склали 52,3 ц/га. Високі показники були зумовлені сприятливими погодними умовами та дотриманням технології вирощування культури.

Найнижчі показники врожайності в Україні склали 56,2 ц/га у 2020 році, а в Миколаївській області – були зафіксовані у 2024 році, коли середня врожайність становила 23,2 ц/га.

Найвищий валовий збір кукурудзи був отриманий у 2021 році: в Україні він становив 421098,5 тис. ц, а в Миколаївській області 6344,1 тис. ц. У 2022 році відбулося різке скорочення виробництва, після чого у 2023 році спостерігалось часткове відновлення показників. У 2024 році валовий збір знову зменшився. Основними причинами таких змін стали скорочення площ вирощування, складні погодні умови та негативний вплив воєнних дій.

Загалом результати дослідження свідчать, що виробництво кукурудзи значною мірою залежить від погодних умов, економічної ситуації та впливу воєнних дій, які в останні роки суттєво позначилися на розвитку зернового сектору як України, так і Миколаївської області.

Розділ 9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

9.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проектування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

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 $Ч_{TM} = 0,55$):

$$Ч_p^o = 5,8 \times 0,55 = 3 \text{ особи.}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (9.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проекту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 3 \times 0,25 = 1 \text{ особа.}$$

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:

$$Ч_p = 3 + 1 = 4 \text{ особи.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проектуемого підприємства зводять у табл. 5.1.

Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.679-03.І-1.10		
Розробив		Поросюк Ю.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант		Басюркіна Н.Й.				106	131
Керівник		Станкевич Г.М.			ОНТУ, гр. ТЗХ-416		
Зав. каф.		Макаринська А.В.					

Таблиця 9.1 – Структура чисельності працівників

Категорії чисельності працівників	Питома вага, %	Кількість, осіб
Робітники (основні та допоміжні)	80	4
Керівники, фахівці	20	1
ВСЬОГО	100	5

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.

Таблиця 9.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів [32]

Назва робіт і послуг	Вартість, дол. США/ тонну	Вартість ^{*)} , Грн, грн/ тонну
<i>Вантажні операції **)</i>		
Приймання з накопиченням у зерноскладах (грошових од. за одну тонну) з:		
- автотранспортом	4,00	146,27
Відпуск (грошових од. за одну тонну) на:		
- автотранспорт	5,00	182,84
<i>Послуги елеватору</i>		
Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби):		
- до 5 діб	0,00	0,00
- більше 5 діб	0,12	4,39
Очищення зерна, грошових од./тонну/відсоток	0,90	32,91
Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток	1,00	36,57
Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз	28,95	1058,66
Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна	2,64	96,54

Примітка: ^{*)} – Тарифи на обробку зернових вантажів перераховано за курсом Національного банку України на 02.01.2023 року за допомогою сайту <<https://index.minfin.com.ua/exchange/archive/nbu/currency/2023-01-02/>> – 36,5686 грн.≈ ≈36,57 грн. за 1 дол. США [33].

При розрахунках вартості вантажних операцій враховувано коефіцієнти надбавки, що залежать від культури (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 – Коефіцієнти надбавки до тарифів на вантажні операції, в залежності від виду культури [32]

Найменування культури	Коефіцієнти надбавки до тарифу
Пшениця, ячмінь, кукурудза, соя	1,00
Рапс, горох	1,05
Льон	1,10
Соняшник	1,25

Тарифи на роботи, що виконуються з власним зерном дорівнюють собівартості цих робіт, тому спочатку треба розрахувати собівартість, а потім –обсяги реалізації послуг підприємства.

9.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги. Розрахунки за даними нашого проекту зводимо у табл. 9.4. Зазначимо, що нами передбачено зберігання зерна поклажодавця та власного зерна, придбаного елеватором у сільськогосподарських виробників, - по 50% кожного від загального обсягу. Також треба відмітити, що всі культури, що надходять на підприємство мають однаковий коефіцієнт надбавки до тарифів на вантажні операції, що дорівнює 1,0 (табл. 9.3).

Таблиця 9.4 – Обсяг реалізації послуг елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, Орт ^Н , тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, Трп, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, Орт, тис. грн
1	2	3	4=3x3
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	5,8	-	-
ранніх культур:	2,5	-	-
- власного (50 %)	1,25	102,39*)	127,99
- поклажодавця (50 %)	1,25	146,27	182,84
пізніх культур:	3,3		
- власного 50% (кукурудза - див. табл.2.4)	1,65	102,39*)	168,94
- поклажодавця 50% (кукурудза - табл.2.4)	1,65	146,27	241,35
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	5,8		
ранніх культур:	2,5		
- власного (50 %)	1,25	127,99*)	159,99
- поклажодавця (50 %)	1,25	182,84	228,55
пізніх культур:	3,3		
- власного 50% (кукурудза)	1,65	127,99*)	211,18
- поклажодавця 50% (кукурудза)	1,65	182,84	301,69

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$, тис. тонн	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$, грн/тонну	Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн
1	2	3	4=2x3
Зберігання зерна ($C_{\text{ел}} \times 330$ діб):			
в тому числі:	$5,8 \times 330 = 1914$	-	-
- власного	957	3,07*)	2937,99
- поклажодавця	957	4,39	4201,23
Очищення зерна:	5,8	-	-
- власного	2,9	23,04*)	66,82
- поклажодавця	2,9	32,91	95,44
Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A_{\text{пр}}^a (\text{ранніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	$2,5 \times 0,2 = 0,5$	-	-
у тому числі:		-	-
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр}}^a (\text{ранніх}) \times \alpha_1$	$2,5 \times 0,1 = 0,25$	-	-
- власного	0,125	25,60*)	3,20
- поклажодавця	0,125	36,57	4,57
від вологості 22 % до 14 %: $A_{\text{пр}}^a (\text{ранніх}) \times \alpha_2$	$2,5 \times 0,1 = 0,25$	-	-
- власного	0,125	25,60*)	3,20
- поклажодавця	0,125	36,57	4,57
Сушіння зерна пізніх культур $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$	$3,3 \times 0,3 = 0,99$	-	-
у тому числі:			
від вологості 17 % до 14 %: $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times \alpha_1$	$3,3 \times 0,10 = 0,33$		
- власного	0,165	25,60*)	4,22
- поклажодавця	0,165	36,57	6,03
від вологості 22 % до 14 %: $A_{\text{пр}}^a (\text{пізніх}) \times \alpha_2$	$3,3 \times 0,20 = 0,66$	-	-
- власного	0,33	25,60*)	8,45
- поклажодавця	0,33	36,57	12,07
Всього,	-	-	8970,32
в тому числі:			
- власного	-	-	3691,98
- поклажодавця	-	-	5278,34

Примітки:

*) T_{PI} – тарифи на роботи окремого виду (T_{PI}), що виконуються з власним зерном дорівнюють собівартості цих робіт, а саме на 30 % менше тарифу на зерно поклажодавця;

$\epsilon_{ел}$ – запланована місткість (ємність) елеватора, тис. тонн;

330 – розрахунковий період роботи елеватора у рік, діб;

$A_{пр}^a$ (ранніх), $A_{пр}^a$ (пізніх) – річний об'єм приймання зерна з автотранспорту ранніх та пізніх культур відповідно, т/рік;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – частки вологого та сирого зерна (тобто, що потребує сушіння) різної ступені вологості, що надходить автотранспортом.

Далі необхідно розрахувати річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватора, як суму обсягів реалізації послуг підприємства (O_{PI} , тис. грн) при виконанні лабораторних аналізів та оформленні складських свідоцтв.

Кількість лабораторних аналізів можна розрахувати, виходячи з даних розділу 2. При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (T) визначають за формулою:

$$T_{II} = A_{пр} / E_T, \text{ од.}, \quad (9.5)$$

де $A_{пр}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, т;

E_T – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

$$T_{II} = 5800 / 20 = 290 \text{ одиниць (аналізів).}$$

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, тонн

$$T_{ВП} = 5800 / 20 = 290 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ($\Sigma T_{\text{лаб}}$) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (9.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів.

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (290 + 290) \times 1,10 = 638 \text{ од.}$$

Тоді вартість аналізів зерна ($BA_{\text{лаб}}$) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{\text{лаб}} = \Sigma T_{\text{лаб}} \times C_{\text{лаб.}}, \text{ грн.} \quad (9.8)$$

де $C_{\text{лаб.}}$ – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками, грн/од. середню пробу

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати :

$$N_{\text{пс}} = 330 \times P_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (9.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од.;
приймаємо $P_{\text{пд}} = 4$ од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 4 = 1320 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таблиця 9.5 – Річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватору

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $OP_{\text{п}}^H$, тис. од.	Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{рп}}$, грн/од.	Обсяг реалізації послуг підприємства, $OP_{\text{п}}$, тис. грн
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,638	-	
- власного	0,319	741,06*)	236,40
- поклажодавця	0,319	1058,66	337,71
Оформлення складського свідоцтва:	1,32	-	
- власного	0,66	67,58*)	44,60
- поклажодавця	0,66	96,54	63,72
Всього, в тому числі:	-	-	682,43
- власного зерна	-	-	281,00
- зерна поклажодавця	-	-	401,43

Примітки: *) Т_{рп} – тарифи на роботи окремого виду (Т_{рп}), що виконуються з власним зерном дорівнюють собівартості цих робіт, а саме на 30 % менше тарифу на зерно поклажодавця.

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг лабораторії елеватора дорівнюватиме **682,43** тис. грн (табл. 9.5).

Таблиця 9.6 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт елеватора

Види робіт та послуг	Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, О _{рп} , тис. грн
Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі (табл. 9.4):	8970,32
- власного зерна	3691,98
- зерна поклажодавця	5278,34
Послуги лабораторії, всього, в тому числі (табл. 9.5):	682,43
- власного зерна	281,00
- зерна поклажодавця	401,43
Всього	9652,75
- власного зерна	3972,98
- зерна поклажодавця	5679,77

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме **9652,75** тис. грн (табл. 9.6).

9.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховують собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{p}^{OD} = T_{rp} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (9.10)$$

де Т_{рп} – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

Р – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконують розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (С_{рр}) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_P^{OD}), \text{ тис. грн,} \quad (9.11)$$

де C_P^{OD} – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

В нашому проекті закладено величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг для міні-елеваторів на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 146,27 / (1,0 + 0,3) = 102,39 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 9.7.

Таблиця 9.7 – 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
Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі:	5,8	-	-
ранніх культур:	2,5	-	-
- власного (50 %)	1,25	102,39	127,99
- поклажодавця (50 %)	1,25	102,39	127,99
пізніх культур:	3,3		-
- власного 50% (кукурудза - див. табл.2.4)	1,65	102,39	168,94
- поклажодавця 50% (кукурудза - табл.2.4)	1,65	102,39	168,94
Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі:	5,8		-
ранніх культур:	2,5		-
- власного (50 %)	1,25	127,99	159,99
- поклажодавця (50 %)	1,25	127,99	159,99
пізніх культур:	3,3		
- власного 50% (кукурудза)	1,65	127,99	211,18
- поклажодавця 50% (кукурудза)	1,65	127,99	211,18
Зберігання зерна ($C_{ел} \times 330$ діб):	5,8x330=1914	-	
в тому числі:			
- власного	957	3,07	2937,99
- поклажодавця	957	3,07	2937,99
Очищення зерна:	5,8	-	
- власного	2,9	23,04	66,82
- поклажодавця	2,9	23,04	66,82

Види робіт та послуг	Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, OPH^H , тис. тонн	Собівартість од. робіт та послуг, C_P^{OD} , грн/тонну	Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_P^P , тис. грн
Сушіння зерна ранніх культур (всього): A_{pr}^a (ранніх) \times ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$)	2,5x0,2=0,5	-	-
у тому числі:		-	-
від вологості 17 % до 14 %: A_{pr}^a (ранніх) \times α_1	2,5x0,1=0,25	-	-
- власного	0,125	25,60	3,20
- поклажодавця	0,125	25,60	3,20
від вологості 22 % до 14 %: A_{pr}^a (ранніх) \times α_2	2,5x0,1=0,25	-	-
- власного	0,125	25,60	3,20
- поклажодавця	0,125	25,60	3,20
Сушіння зерна пізніх культур A_{pr}^a (пізніх) \times ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4$)	3,3x0,3=0,99	-	-
у тому числі:			-
від вологості 17 % до 14 %: A_{pr}^a (пізніх) \times α_1	3,3x0,10=0,33		-
- власного	0,165	25,60	4,22
- поклажодавця	0,165	25,60	4,22
від вологості 22 % до 14 %: A_{pr}^a (пізніх) \times α_2	3,3x0,20=0,66	-	-
- власного	0,33	25,60	8,45
- поклажодавця	0,33	25,60	8,45
Лабораторний аналіз зерна, од./рік:	0,638	-	-
- власного	0,319	741,06	236,40
- поклажодавця	0,319	741,06	236,40
Оформлення складського свідоцтва:	1,32	-	-
- власного	0,66	67,58	44,60
- поклажодавця	0,66	67,58	44,60
Всього,	-	-	7945,96
в тому числі:			
- власного	-	-	3166,74
- поклажодавця	-	-	3166,74

9.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (Π_P) нового елеватора визначають за формулою:

$$\Pi_P = \sum O_{PII} - \sum C_P^P, \text{ тис. грн,} \quad (9.12)$$

де ΣO_{PI} – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн; приймаємо за табл. 9.6 $\Sigma O_{PI} = 9652,75$ тис. грн;

ΣC_P^P – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн; приймаємо за табл. 9.7: $\Sigma C_P^P = 7945,96$ тис. грн.

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (P_P) покладодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$P_P = 9652,75 - 7945,96 = 1706,79 \text{ тис. грн.} \approx 1,7 \text{ млн грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (P_P^B) нового міні- елеватора визначимо за укрупненим розрахунком за формулою:

$$P_P^B = \Sigma O_{PI}^H \text{ відпуску } i \times C_{cp} - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (9.13)$$

де $\Sigma O_{PI}^H \text{ відпуску } i$ – 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. В даному випадку, це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт, який дорівнює загалом 2,9 тис. т/рік, з яких: 1,25 тис. тонн ранніх культур (пшениці і ячменю) і 1,65 тис. тонн пізніх культур (кукурудзи) – див. табл. 9.4;

C_{cp} – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тону. Так, для Миколаївської області середня ціна купівлі складала у січні 2022 р. 7300,9 грн./т за даними сайту (інші дані за 2022 рік та дані за 2023 рік відсутні) <<https://ukrstat.gov.ua/>> [11];

ΣC_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:

$$\Sigma C_P^B = \Sigma O_{PI}^H \text{ відпуску } i \times (C_{cp} / (1+P)), \text{ тис. грн.} \quad (9.14)$$

$$\Sigma C_P^B = 2,9 \times (7300,9 / 1,3) = 16286,62 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, прибуток від продажу власного зерна (P_P^B) нового міні- елеватора дорівнюватиме:

$$P_P^B = 2,90 \times 7300,9 - 16286,62 = 4885,99 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (P) дорівнюватиме:

$$\Pi = \Pi_p + \Pi_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (9.15)$$

Підставимо у формулу (2.15) значення:

$$\Pi = 1706,79 + 4885,99 = 6592,78 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн,} \quad (9.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 6592,78 - 6592,78 \times 0,18 = 5406,08 \text{ тис. грн.}$$

9.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_H + V_3 + D - L + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.,} \quad (9.17)$$

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_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

V_3 – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

D – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

L – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

$\Delta \text{ОК}$ – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці 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; в нашому випадку ПЗ = 5,8 тис. т;

$I_{\text{пит}}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в кваліфікаційній роботі.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні- елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{\text{пит}}$) прийемо на рівні 2925,6 грн на тонну місткості міні-елеватора (80 дол. США на тонну місткості елеватору. Перераховано за курсом Національного банку України на 02.01.2023 року за допомогою сайту <<https://index.minfin.com.ua/exchange/archive/nbu/curr/2023-01-02/>> – 36,5686 грн.≈ ≈36,57 грн. за 1 дол. США [33]).

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 5,8 \times 2925,6 = 16968,48 \text{ тис. грн}$$

9.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового елеватору знаходять за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \%, \quad (9.19)$$

Для розробленого проєкту рентабельність інвестицій становить:

$$R = (5406,08 / 16968,48) \times 100 = 31,86 \approx 32 \%$$

9.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначають за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \text{ роки}, \quad (9.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

Для розробленого проекту строк окупності інвестицій становить:

$$T = 16968,48 / 5406,08 = 3,14 \text{ роки. } \approx 3,2 \text{ роки}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового елеватору дорівнює 3,14 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

9.9 Основні техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту наведені в табл. 9.8.

Таблиця 9.8 – Основні техніко-економічні показники проекту будівництва нового міні- елеватора

№	Найменування показника та одиниці його виміру	Величина показника
1.	Місткість елеватора, тис. тонн	5,8
2.	Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн (табл. 9.6)	9652,75
3.	Чисельність працівників, осіб	5
4.	Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п.2 : п.3)	1930,55
5.	Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн (табл. 9.7)	7945,96
6.	Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п.2-п.5)	1706,79
7.	Прибуток від продажу власного зерна, Pr^B , тис. грн	4885,99
8.	Чистий прибуток, тис. грн ((п.6+п.7) x 0,82)	5406,08
9.	Інвестиції, тис. грн	16968,48
10.	Строк окупності інвестицій, роки	3,14
11.	Рентабельність інвестицій, %	32

Всі розрахунки були виконані за рекомендаціями методичних вказівок [12].

ВИСНОВКИ

Виявлений в Миколаївській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 387,3 тис. тонн робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 5,8 тис. тонн, що відображає потреби ринку та можливість реалізації проєкту, тобто – *маркетинговий ефект* від його впровадження.

Впровадження цього проєкту дасть можливість отримати суттєвий *економічний ефект* – виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 9,7 млн грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 7,8 млн. грн.

Потрібна чисельність працівників – 5 осіб, з них основних та допоміжних робітників 4 особи, керівників – 1 особа. Середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнює 1,9 млн грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 1,7 млн грн, а прибуток від продажу власного зерна – 4,9 млн грн. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 5,4 млн грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 17 млн грн протягом 3,2 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 32 %.

При будівництві нового міні-елеватору створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає *соціальний і екологічний ефекти* від впровадження проєкту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проєкту будівництва нового міні- елеватора на 5,8 тис. тонн в Миколаївській області.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Кваліфікаційна робота бакалавра (КРБ) на тему «Розробка проєкту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. тонн в Миколаївській обл.» виконана у повному обсязі, всі завдання, поставлені у п. 1.3 «Мета і завдання проєкту» пояснювальної записки, були виконані і наведені у відповідних розділах. Так як тема КРБ пов'язана з розробкою проєкту міні-елеватора, то нами був виконаний літературний огляд стану і шляхи вирішення поставленої проблеми, результати якого наведені у Розділі 1, а саме – розглянуті такі питання: проблеми інфраструктури зберігання зерна України у останні часи; шляхи вирішення існуючих проблем елеваторної галузі. Також була надана характеристика майбутнього міні-елеватора, проєкт якого ми мали розробляти.

У наступному розділі 2 було виконане техніко-економічне обґрунтування проєкту, яке показало доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. т в Миколаївській області.

У розділі 3 представлені розрахунки запланованих обсягів робіт майбутнього міні-елеватора та кількості і продуктивності основного технологічного і транспортного обладнання, які показали необхідність і достатність наступного обладнання: одного приймального потоку з автомобільного транспорту продуктивністю 50 т/год; для попереднього очищення зерна одного скальператора А1-БЗО-50 продуктивністю 50 т/год; для основного очищення одного сито-повітряного сепаратора А1-БЦС-50 продуктивністю 50 т/год; двох основних норій НЦ-50 продуктивністю 50 т/год; однієї зерносушарки продуктивністю 5 пл.т/год марки «Україна»; чотирьох металевих силосів з плоским днищем місткістю по 1450 тис.т кожен для тривалого зберігання зерна; одного відпускнуго потоку на автомобільний транспорт продуктивністю 50 т/год.

Після чого були виконані розрахунки розмірів робочої башти у плані і розроблені плани поверхів з розміщенням на них обладнання з урахуванням нормативних відстаней. Далі нами були розраховані висоти технологічних поверхів в робочій башті і ємності оперативних бункерів; розраховані потрібні силосні місткості;

розроблені розрізи робочої башти, силосів, приймально-відпускних пристроїв, наведені на кресленнях графічної частини нашої КРБ (аркуші 1-4). Всі розрахунки наведені у розділі 3 «Технологічна частина» пояснювальної записки.

Нами були розроблені структурна і принципова схеми технологічного процесу, які наведені у розділі 3, а також робоча схема руху зерна і відходів – наведена на аркуші 5.

Для перевірки правильності прийнятих нами технічних рішень при проектуванні міні-елеватора нами були виконані потрібні розрахунки і побудовано зведений змінний графік роботи всього обладнання міні-елеватора, наведений на аркуші 6. Аналіз зведеного графіку показав, що всі прийняті нами технічні рішення є доцільними, кількості і продуктивності всього технологічного і транспортного обладнання достатньо, так як всі операції виконані у повному запланованому об'ємі.

Ще в цьому розділі розглянуті питання обробки і зберігання відходів і організації системи автоматизованого управління роботою елеватора.

Розділ 4 присвячений вирішено питань енергозабезпечення та енергозбереження міні-елеватора, розділ 5 – його аспірації.

Нами було розроблено генеральний план міні-елеватора (арк. 7), опис якого, разом з характеристикою будівель і споруд з будівельної точки зору наведено у розділі 6. У розділі 7 розглянуто питання з охорони праці.

У розділ 8 представлена науково-дослідна робота на тему: «Аналіз тенденцій у виробництві зерна кукурудзи в Україні та Миколаївській області у 2020-2024 рр.».

У Розділі 9 виконано розрахунки техніко-економічних показників проекту.

Таким чином, можна зробити висновок, що мета кваліфікаційної роботи – розробка проекту будівництва міні-елеватора місткістю 5,8 тис. т в Миколаївській області – досягнута, завдання виконане в повному обсязі, а підприємство, проєкт якого було розроблено, є економічно доцільним та ефективним, так як чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 5,4 млн грн., дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 17 млн грн. протягом 3,2 роки (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 32 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шиян Д., Івашків І. Зміна елеваторних потужностей в Україні в умовах повномасштабної війни як логістичного ланцюга «поле-елеватор-порт» // Елеватор. – Харків. Т. 1. С. 3. [Веб-сайт]. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/37980/1/%D0%A8%D0%B8%D1%8F%D0%BD%20%D0%94.%D0%92.%2C%20%D0%86%D0%B2%D0%B0%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%B2%20%D0%86.%D0%9C.%20%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0%20%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%20%D0%B2.pdf> (дата звернення: 06.10.2025).

2. Яремчук Н.В., Гонтарук Я.В. Перспективи розвитку виробництва та переробки зерна в Україні // Причорноморські економічні студії. 2022, вип. 74, Т. 261, С. 88-97. [Веб-сайт]. URL: https://bses.in.ua/journals/2022/74_2022/15.pdf (дата звернення: 22.10.2025).

3. Напрями інтеграції фермерських господарств у агропродовольчі ланцюги доданої вартості в Україні // вип. 45, Т. 3, С. 10. [Веб-сайт]. URL: [file:///C:/Users/yulia/Downloads/103-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-100-1-10-20230712%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/yulia/Downloads/103-%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%96-100-1-10-20230712%20(1).pdf) (дата звернення: 02.10.2025)

4. Пузік Л., Пузік В. Технологія зберігання і переробки зерна: навч. посіб. / Л.М.Пузік, В.К.Пузік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2013. – 312 с. [Веб-сайт]. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/0c09ca40-4811-4d26-ae35-bcebd9ccd33d/content> (дата звернення: 20.10.2025)

5. Урожай зернових у Миколаївській області на 21% менший за минулорічний: по Україні зниження на 11% // Новини N: [Веб-сайт]. URL: <https://novosti-n.org/ua/news/Urozhaj-zernovyh-u-Mykolayivskij-oblasti-na-21->

menshyj-za-mynulorichnyj-po-Ukrayini-znyzhennya-na-11--322493#image-1 (дата звернення: 03.11.2025).

6. «Інноваційні технології зберігання і переробки зерна» розділ 1. «Інноваційні технології зберігання зерна»: навчально-методичний посібник для спеціальності 181 «Харчові технології» другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Технологія зерно продуктів та зернові ресурси» / Укладачі: І.М.Фоміна, Т.В.Гавриш, О.М.Шаніна, Н.О. Боровікова. Харків: ДБТУ, 2025. 133 с. праці: [Веб-сайт]. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/be4c39d5-4cc8-4316-a9c7-f73a1b5960d9/content> (дата звернення: 10.01.2026).

7. Служба охорони праці: [Веб-сайт]. URL: <https://pro-op.com.ua/article/17358-dotrimannya-vimog-okhoroni-pratsi-na-elevatorakh> (дата звернення: 05.03.2026).

8. Подпряттов Г., Рожко В., Скалецька Л. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Київ, 2016. 391 с.: [Веб-сайт]. URL: <http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/%D0%9D%D0%9F-%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F-%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%82%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86-%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).

9. Лупенко Ю., Малік М., Заяць В. Розвиток підприємництва і кооперації: інституціональний аспект. Україна. 2016. 411 с. [Веб-сайт]. URL: <http://vsau.vin.ua/repository/getfile.php/25872.p> (дата звернення: 16.03.2026)

10. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування як вагома складова продовольчої безпеки України // Модернізація агропромислового сектору: розвиток переробної промисловості, сільгоспмашинобудування, впровадження інновацій, цифровізація процесів та науково-методичне забезпечення. Київ . Т. 4,

С. 218-222. [Веб-сайт]. URL: https://www.researchgate.net/profile/Oleksandr-Shpykuliak/publication/398656044_Konceptualni_aspekti_strategii_rozvitku_pidpriemnictva_i_agropromislovoi_integracii/links/693d95a906a9ab54f846e83a/Konceptualni-aspekti-strategii-rozvitku-pidpriemnictva-i-agropromislovoi-integracii.pdf (дата звернення: 10.03.2026).

11. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 04.03.2026 р.)

12. Басюркіна Н.Й., Дмитренко Л.Д., Свистун Т.В. Методичні вказівки до виконання розділів «Техніко-економічне обґрунтування», «Техніко-економічні показники» дипломного проекту на тему: «Будівництво нового елеватора» для студентів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань «Виробництво та технології» освітніх програм «Технології зберігання і переробки зерна», «Кормова біоінженерія» денної та заочної форм навчання. Одеса: ОНАХТ, 2019. 30 с.

13. Елеваторні втрати України через війну на червень 2023 року URL: <https://elevatorist.com/blog/read/853-elevatorni-vtrati-cherez-viynu-na-cherven-2023-roku> (Дата звернення: 04.03.2026 р.)

14. Станкевич Г.М., Страхова Т.В. 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. Одеса: ОНАХТ, 2018. 52 с.

15. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Технології зберігання і переробки зерна» бакалаврів спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної і заочної форм навчання /Укл.: Л.Д.Дмитренко. Одеса: ОНАХТ, 2021 р. 71 с.

16. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища [Текст] : навч. посіб. / Г.М.Станкевич, А.К.Кац, Т.В.Страхова та ін. ; за ред. Г. М. Станкевича. Одеса: КП ОМД, 2022. 154 с.

17. Елеватор. Система управління. URL: <https://elaks.ua/solutions/elevator-sistema-upravlenia> (дата звернення: 27.10.2025 р.)

18. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка: навчальний посібник. Львів: «Новий світ-2000», 2007. 500 с.

19. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра [Електронний ресурс] : для здобувачів СВО бакалавр спец. 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", галузі знань 14 – "Електрична інженерія" / П.І.Осадчук, В.Ф.Бабіч, А.А.Галіулін, Є.П.Штепа ; Каф. електромеханіки, мехатроніки та інженерної графіки. Одеса : ОНТУ, 2021. 47 с.

20. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий (Изд. 3-е, доп.и перераб. Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.И. Дзядзио, М.: Колос, 1974. 400 с.

21. 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. 2014. с. 130.

22. Гапонюк О.І., Гончарук Г.А., Уляницький А.В. 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: ОНАХТ, 2014. 28 с.

23. Каталог електродвигателів АИР. URL: https://xn--80a9y.com.ua/katalog_elektrodvigatelej_air/ (дата звернення: 22.04.2026)

24. Відомчі норми технологічного проектування хлібоприймальних підприємств та елеваторів ВНТП-СГП-46-28-96. Харків: Харківський ПЗП, 1996.

25. Державні будівельні норми України «Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна» ДБН В.2.2-8: 2025

26. Що під силосом? URL: <https://agrotimes.ua/article/shho-pid-sylosom/> (дата звернення: 22.04.2026)

27. НПАОП 15.0-1.01-17 «Правила охорони праці для підприємств по зберіганню та переробці зерна» (затверджені Наказом Міністерства соціальної політики України № 1121).

28. Миколаївська область URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C (дата звернення: 14.10.2025).

29. Мамалюк О. Використання і охорона земель Миколаївської області // Наукова праця / Миколаївський державний аграрний університет. Миколаїв, вип. 36, Т. 1, С. 227-231. [Веб-сайт]. URL: <https://repository.vsau.org/getfile.php/1717.pdf> (дата звернення: 02.10.2025).

30. Клочан І., Валентина М., Горковський О. Підвищення економічної ефективності виробництва зерна в аграрних підприємствах миколаївської області // Український журнал прикладної економіки. 2019., вип. 2 Т. 4. С. 76-86. [Веб-сайт]. URL: <https://ujae.org.ua/pidvyshhennya-ekonomichnoyi-efektyvnosti-vyrobnytstva-zerna-v-agrarnyh-pidpryyemstvah-mykolayivskoyi-oblasti/> (дата звернення: 15.03.2025).

31. Ільїна А., Ільїна В., Чернякова О. Оцінка мінливості врожаїв основних зернових культур і оптимізація їх посівних площ на території Миколаївської області // Український журнал природничих наук. 5 листоп. (№5). С. 101-108: [Веб-сайт]. URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/90/81> (дата звернення: 20.10.2025).

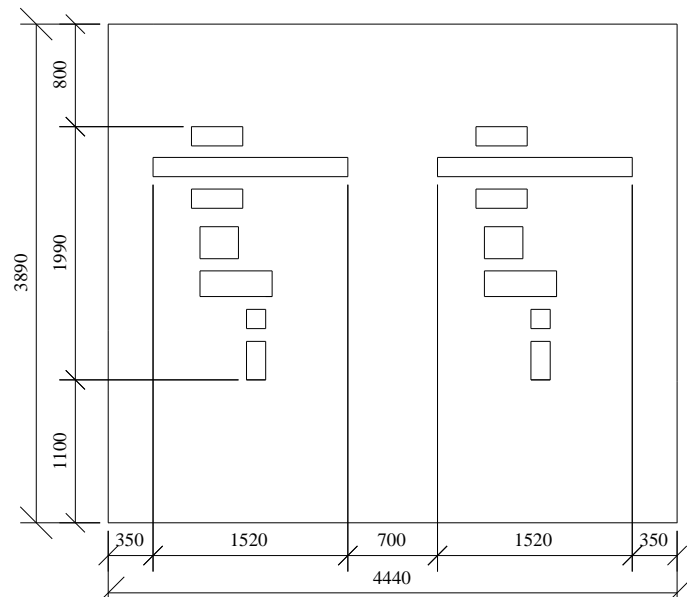
32. Послуги по перевалці зернових вантажів // URL:
<https://ksterminal.at.ua/index/tarify/0-4> (дата звернення 15.04.2026 р.)

33. Мінфін. Архів валютних курсів. Все про валюту тепер і у додатку від Мінфіну // URL: <https://index.minfin.com.ua/exchange/archive/nbu/curr/2023-01-02/> (дата звернення 15. 04.2026 р.)

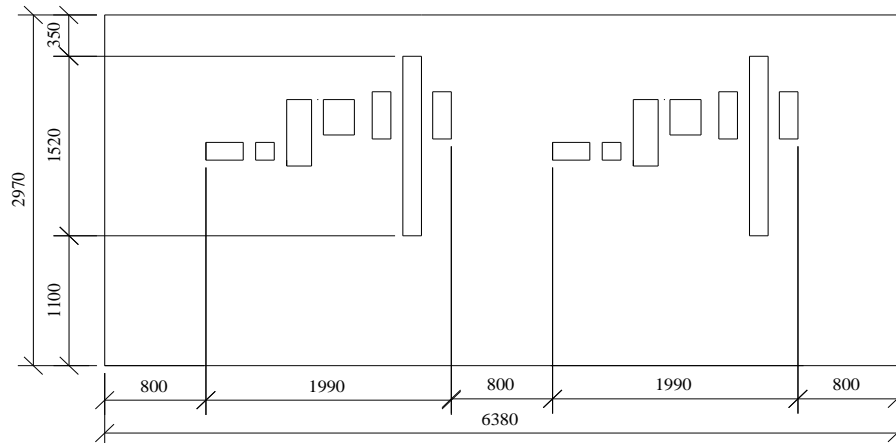
ДОДАТКИ

Додаток А

Варіанти розташування основних норій робочої башти елеватора



Варіант 1 – Розташування основних норій віссю барабана перпендикулярно довгій вісі робочої башти

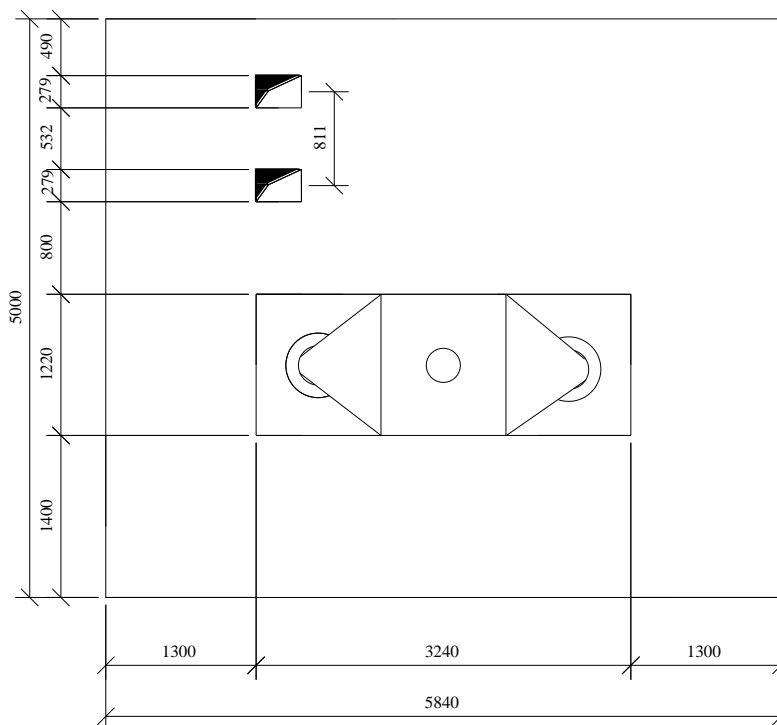


Варіант 2 – Розташування основних норій віссю барабана вздовж довгої вісі робочої башти, приводами в одну сторону

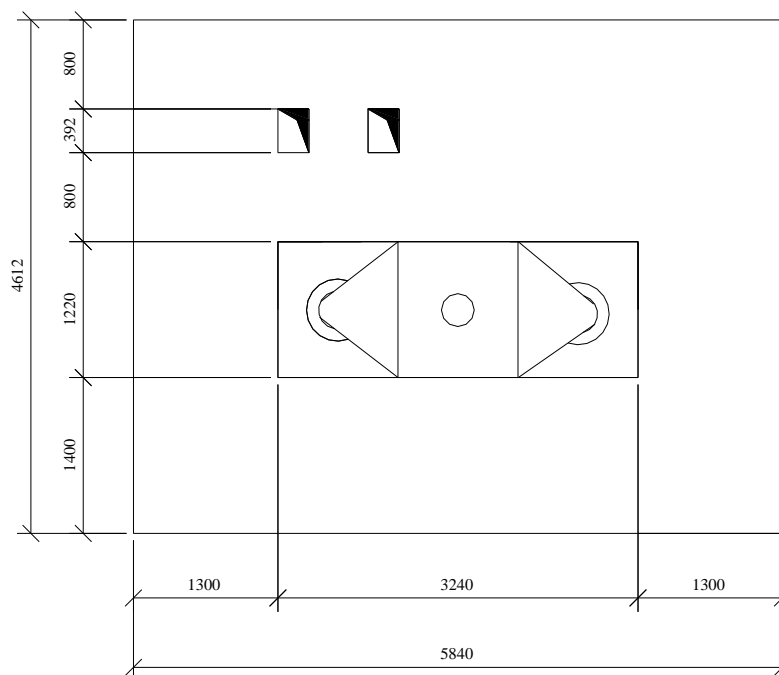
Додаток Б

Варіанти розташування сепаратора

Варіант 1 – Розташування сепаратора основного очищення А1-БЦС-50



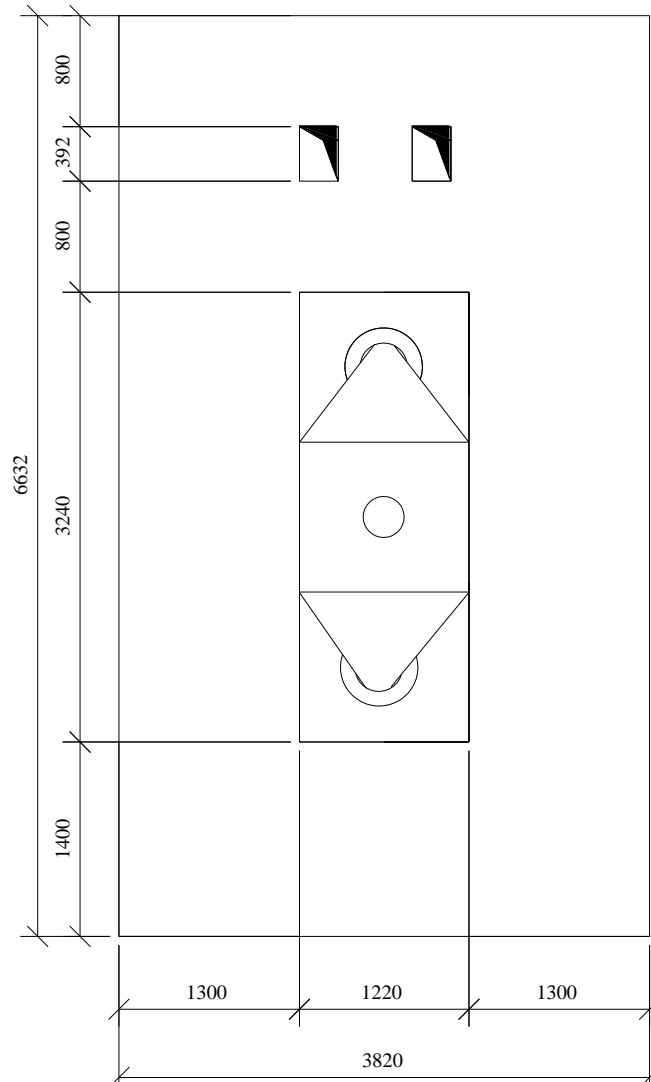
Варіант 1а



Варіант 1б

Продовження додатка Б

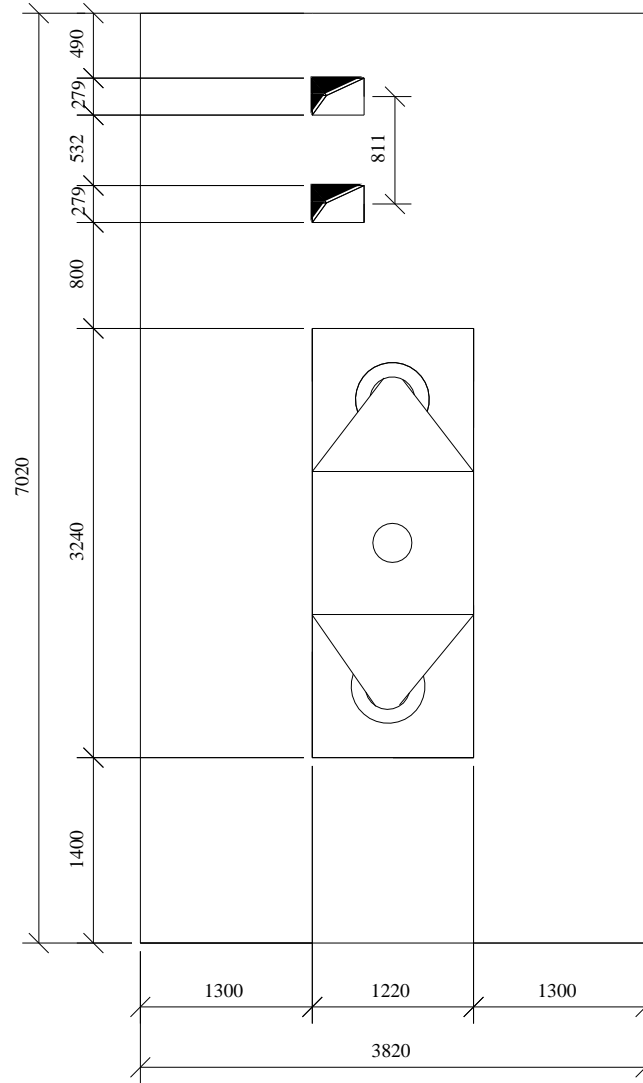
Варіант 2 – Розташування сепаратора основного очищення прийомними коробами до вікон



Варіант 2а

Закінчення додатка Б

Варіант 2 – Розташування сепаратора основного очищення прийомними коробами до вікон



Варіант 2б